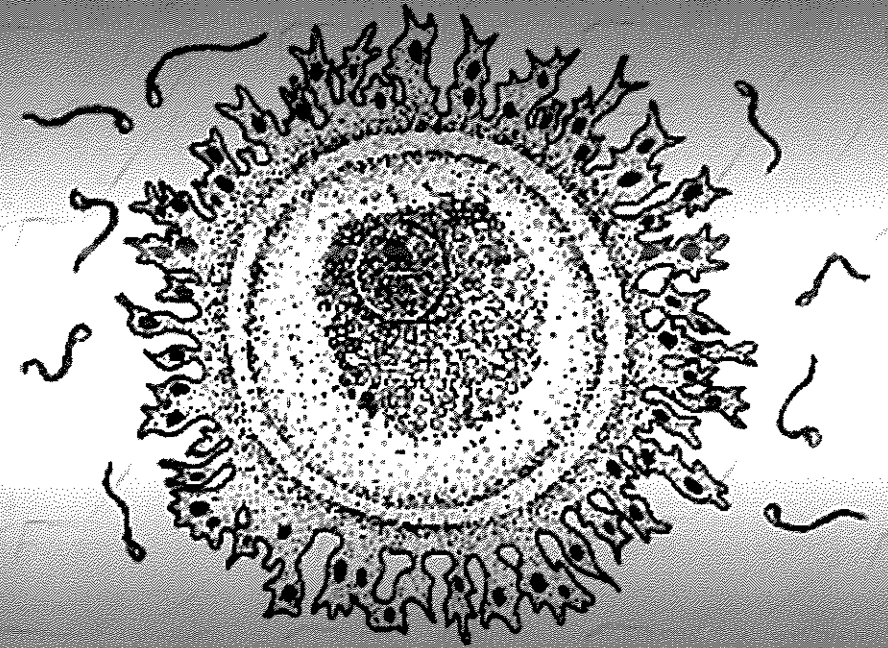
ఎలా తెలుసుకున్నాం?-23

జన్యువులు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం: డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



విజ్ఞాన ప్రచురణలు



మంచి పుస్తకం



ISBN 978-93-80153-07-0







ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 23

జన్యువులు

ఐజాక్ అసిమోవ్

అనువాదం : డా|| వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి



విజ్ఞాన ప్రచురణలు



మంచి పుస్తకం

How Did We Find Out GENES by Isaac Asimov

ఎలా తెలుసుకున్నాం? - 23

జన్యువులు

రచయిత : ఐజాక్ అసిమోవ్
అనువాదం : డా॥ వి. శ్రీనివాస చక్రవర్తి
మొదటి రెండు ముద్రణలు : ఆగస్టు 2009, డిసెంబరు 2012
మూడవ ముద్రణ : నవంబర్ 2017
ప్రతుల సంఖ్య : 2000

వెల : రూ. 25/-

ISBN No. 978-93-80153-07-0
ప్రచురణ, ప్రతులకు :
విజ్ఞాన ప్రచురణలు
ప్రజా సైన్స్ వేదిక
జి. మాల్యాద్రి, ప్రచురణల విభాగం
162, విజయలక్ష్మీనగర్, నెల్లూరు - 524 004,
ఫోన్: 94405 03061

మంచి పుస్తకం
12-13-439, వీధి నెం. 1,
తార్నాక, సికింద్రాబాద్ - 500 017.
ఫోను: 94907 46614
email: info@manchipustakam.in
website: www.manchipustakam.in

ముద్రణ :
చరిత ఇంప్రెషన్స్,
1-9-1126/బి, అజామాబాద్,
హైదరాబాద్-20. ఫోన్: 040-2767 8411

విషయ సూచిక

1. మెండెల్ - బఠాణీ మొక్కలు

తల్లిదండ్రుల పోలికలతో పిల్లలు పుడతారని అందరికీ తెలుసు. సాధారణంగా కొన్ని పోలికలు తల్లి నుండి, కొన్ని తండ్రి నుండి వస్తాయి. అలాగే తోబుట్టువుల మధ్య కూడా పోలికలు కనిపిస్తాయి.

తల్లిదండ్రులు పొడుగ్గా ఉంటే పిల్లలు కూడా తరచు పొడుగ్గా ఉంటారు. తల్లిదండ్రులకి పిల్లి కళ్ళు ఉంటే పిల్లలకీ పిల్లి కళ్ళు వస్తాయి. తల్లిదండ్రులు నల్లనివారైతే పిల్లలూ నల్లగానే పుడతారు.

ఈ లక్షణాలన్నీ అనువంశికంగా సంక్రమిస్తాయి.

మనుషుల్లోనే కాదు జంతువులలోను, మొక్కలలోను కూడా ఈ సూత్రమే వర్తిస్తుంది. పసి జీవాలు, అవి ఏ జాతికి చెందినవి అయినా సరే, వాటి తల్లిదండ్రులని పోలి ఉంటాయి. తాటి చెట్టుకి తాబేలు పుట్టదు. ఆలుచిప్ప నుండి అరవిందం మొలవదు. ఇక పులి కడుపున పిల్లి పుట్టదన్న నానుడి ఉండనే ఉంది.

మరి తల్లిదండ్రుల నుండి పిల్లలకి ఈ భౌతిక లక్షణాలు ఎలా సంక్రమిస్తాయి?

మనుషులలో ఈ అనువంశిక లక్షణాలు ఎలా సంక్రమిస్తాయో చెప్పటం కష్టం. మొదటి సమస్య ఏమిటంటే శారీరక లక్షణాలు కోకొల్లలు. అసలు వాటిని లెక్కించటమే కష్టం. అంతేకాక పిల్లలు ఎదిగే వరకు ఆగాలంటే చాలా కాలం పడుతుంది. ఎదిగితే గాని ఏ పోలిక ఎవరి నుండి వచ్చిందో చెప్పటం కష్టం. అలాగే ఒక దంపతులకి గంపెడు సంతానం ఉంటే పిల్లల్లో వైవిధ్యం ఉంటుంది కాబట్టి మన పరిశోధనకి సదుపాయంగా ఉంటుంది. కాని గంపెడు సంతానం గల తల్లిదండ్రులు అరుదే. ఇవన్నీ కాక పూనుకుని ప్రయోగాలు తలపెట్టవచ్చు. పొడవాటి ముక్కున్న పెద్దమనిషికి, చప్పిడి ముక్కున్న చుక్కతో పెళ్ళి చేసి, వాళ్ళకి పుట్టిన పిల్లల ముక్కుల్ని పరీక్షించాలి.

అలాగే చప్పిడి ముక్కు చిన్నోడికి, సూది ముక్కు సుదతిని ఇచ్చి పెళ్ళి చేసి, మళ్ళీ పిల్లల ముక్కులని పరీక్షించాలి. లేదా ప్రత్యేకమైన శారీరక లక్షణాలు గల దంపతుల కోసం గాలించాలి. ఇవన్నీ చేయొచ్చు గాని ఈ వ్యవహారం అంతా తేలాలంటే చాలా కాలం పడుతుంది.

ఈ సమస్య గురించే ఒక శతాబ్దం క్రితం ఆస్ట్రియాకి చెందిన ఒక సాధువుకి ఒక చక్కని ఉపాయం తట్టింది. అతని పేరే గ్రిగర్ యోహాన్ మెండెల్ (1822-1884).

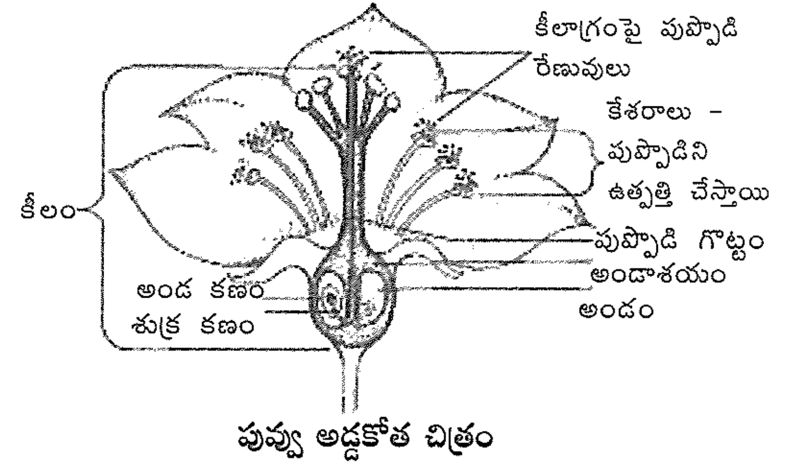


గ్రిగర్ యోహాన్ మెండెల్, 1822 -1884

ఈ మెండెల్‌కి బడిపంతులు కావాలని చాలా కోరికగా ఉండేది. కాని ఆ ఉద్యోగం రావాలంటే ఒక ప్రవేశ పరీక్ష పాసు కావాలి. కాని పాపం అతగాడు అందులో మూడు సార్లు తప్పాడు. ఉద్యోగం రాకపోయినా తనకి ప్రియాతి ప్రియమైన వృక్ష శాస్త్రానికే జీవితమంతా అంకితం చెయ్యాలని ఇతడు సంకల్పించాడు.

సరిగ్గా అదే సమయంలో అతనికి ఒక బ్రహ్మాండమైన ఉపాయం వచ్చింది. అనువంశిక భౌతిక లక్షణాలని పరిశోధించటానికి తేలికైన మార్గం మొక్కల్ని పెంచటమేనన్న ఆలోచన అతనికి 1857లో వచ్చింది. మొక్కలతో ఒక సౌకర్యం ఏమిటంటే అవి ఉన్నచోటి నుండి కదలవు. కాబట్టి వాటిని

తేలికగా నియంత్రించవచ్చు. కాబట్టి మొక్కల పెంపకాన్ని కూడా తేలికగా నియంత్రించవచ్చు. మొక్కల్లో పరాగ సంపర్కానికి కావలసిన కణాలు పుప్పొడిలో ఉంటాయి. పువ్వుల కేంద్రంలో కీలాగ్రం (పిస్టల్) అని ఒక అంగం ఉంటుంది. అందులో ఉండే అండాశయంలో (ovule) అండకణం ఉంటుంది. ఒక మొక్క నుండి పుప్పొడిని (ఇందులో శుక్ర కణం ఉంటుంది) తీసుకుని మరో మొక్క కీలాగ్రం మీద అద్దాలి. దాన్నే పరపరాగ సంపర్కం



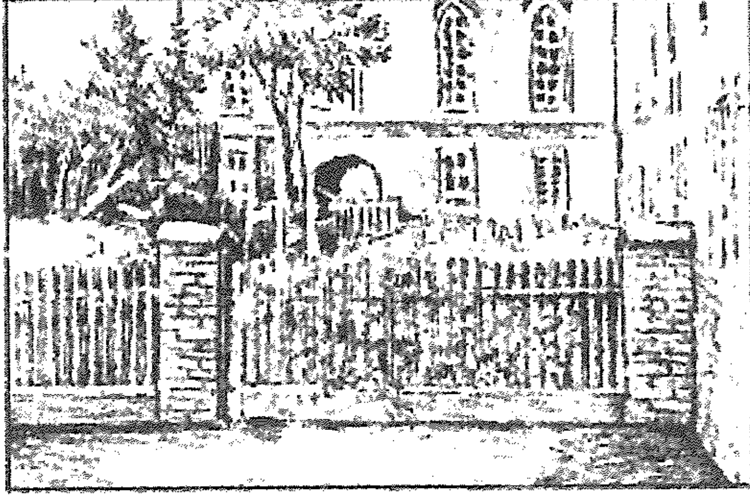
పువ్వు అడ్డకోత చిత్రం

(cross-pollination) అంటారు. కీలాగ్రం మీద రాలిన పుప్పొడిలో నుండి ఒక సన్నని నాళం కిందికి దిగుతుంది. ఆ నాళంలో నుంచి శుక్ర కణం కిందికి ప్రయాణించి అండాశయంలో ఉండే అండకణంతో ఐక్యం అవుతుంది. దాన్నే ఫలదీకరణం (fertilization) అంటారు. ఫలదీకరణం తరువాత అండాలు విత్తనాలుగా రూపాంతరం చెందుతాయి. ఈ విత్తనాలని పాతితే మొలిచి మొక్కలు అవుతాయి. అలా పుట్టిన మొక్కల లక్షణాలని శుక్ర కణం, అండ కణం ఇచ్చిన మొక్కల లక్షణాలతో పోల్చాలి.

ఒక మొక్క నుండి తీసుకున్న పుప్పొడిని అదే మొక్కకి చెందిన కీలాగ్రం మీద వేయొచ్చు. అలా పుట్టిన విత్తనాలకి తల్లి, తండ్రి ఒకరే నన్నమాట.

ఇందువల్ల మన పని కొంచెం తేలిక అవుతుంది.

ఒక ఎనిమిదేళ్ళ పాటు మెండెల్ బఠాణీ మొక్కల్లో పరాగ సంపర్కం చేస్తూ, ఫలితాలు పరీక్షిస్తూ పోయాడు.

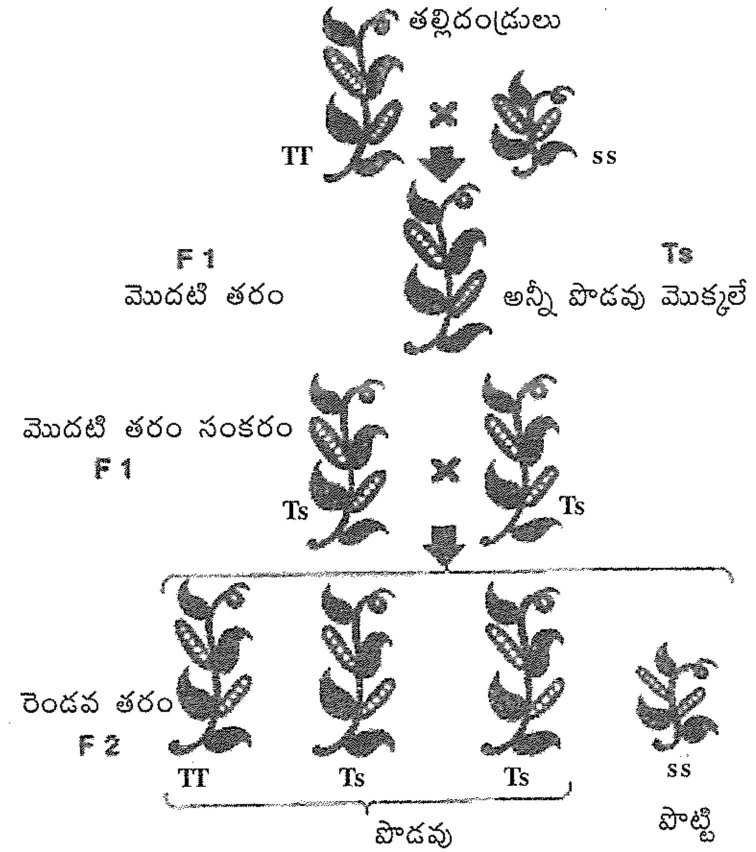


ఆస్ట్రియాలోని బ్రున్‌లో మెండెల్ తోట

ఉదాహరణకి పూర్తిగా ఎదిగినా కురచగా ఉండే ఒక బఠాణీ మొక్కని తీసుకున్నాడు. ఈ రకానికి చెందిన మొక్క పొడవు 1 - 1.5 అడుగులే ఉంటుంది. ఈ రకానికి చెందిన ఎన్నో మొక్కల్లో స్వపరాగ సంపర్కం చేశాడు. ఇలా వచ్చిన కొన్ని విత్తుల నుండి మొలిచిన మొక్కలు పొడుగ్గా ఎదగటం గమనించాడు. కాని అలా అన్ని సందర్భాలలోను జరగలేదు. కొన్ని పొడవాటి మొక్కల నుండి వచ్చిన విత్తుల నుండి మొలిచిన మొక్కలు కూడా పొట్టిగానే పెరిగాయి. పొడవాటి మొక్కల నుండి వచ్చిన మొక్కల్లో ముప్పావు వంతు పొడవుగా వచ్చాయి, పావు వంతు మాత్రం పొట్టిగానే ఉండిపోయాయి.

ఈ పరిణామాన్ని చూసిన మెండెల్ నిర్ఘాంతపోయాడు. పొడవుని బట్టి చూస్తే పొడవాటి మొక్కలన్నీ ఒకే తీరులో ఉన్నాయి. మరి కొన్నిటికి పొడవాటి సంతతి, కొన్నిటికి పొట్టి సంతతి కలగటం ఏమిటి?

మెండెల్ ఇప్పుడు మరో ప్రయోగం చేశాడు. ఈసారి పరపరాగ సంపర్కం (cross-pollination) చేశాడు. పొడవాటి సంతతి గల పొడవాటి బఠాణీ మొక్కల నుండి పరాగాన్ని తీసుకుని పొట్టి మొక్కల కీలాగ్రం మీద చల్లాడు. అంటే అలా పుట్టిన విత్తుల తల్లిదండ్రుల్లో ఒకరు పొడగరి, మరొకరు కాదు. ఈ విధమైన సంపర్కం వల్ల పుట్టిన మొక్కల్లో కొన్ని పొడవుగా, కొన్ని పొట్టిగా ఉంటాయా? లేక అన్నీ మధ్యస్థపు ఎత్తు గలిగి ఉంటాయా?



పొడవు, పొట్టి మొక్కల మధ్య సంకరం

ఆ పరిణామాలు ఏవీ జరక్క పోవటం చూసి మెండెల్

ఆశ్చర్యపోయాడు. పొట్టి మొక్కలూ లేవు, మధ్యస్థపు ఎత్తు గల మొక్కలూ లేవు. ఒక పొడవు మొక్క, ఒక పొట్టి మొక్క నుండి వచ్చిన ప్రతి విత్తూ పొడవుగా పెరిగింది. పొడవు మొక్కల్లో స్వపరాగ సంపర్కం చేస్తే కనిపించినట్లుగా, ప్రతి మొక్కా పొడవుగా పెరిగింది. పొట్టిదనం అనే లక్షణం మటుమాయం అయ్యింది.

అప్పుడు మెండెల్ ఇందాక తాను పెంచిన పొడవాటి మొక్కలలో స్వపరాగ సంపర్కం చేశాడు. వాటిలో శుద్ధ అనువంశికత కనిపించలేదు. వాటి నుండి వచ్చిన ఎత్తులో ముప్పావు వంతు పొడవాటి మొక్కలుగ్గాను, పావు వంతు పొట్టి మొక్కలుగాను పెరిగాయి.

అంటే పొట్టిదనం అనే లక్షణం పూర్తిగా మాయం కాలేదన్నమాట. అది కేవలం ఒక తరం ప్రచ్ఛన్నంగా ఉండిపోయిందంతే.

ఈ పరిణామాన్ని మెండెల్ ఈ విధంగా వివరించాడు. ప్రతి మొక్కలోను ఒక ప్రత్యేక భౌతిక లక్షణాన్ని శాసించే రెండు కారణాంశాలు ఉంటాయి. వాటిలో ఒకటి తల్లి నుండి, మరొకటి తండ్రి నుండి వస్తుంది (ఈ అంశాలు అసలు ఏమిటి అన్న విషయం మాత్రం మెండెల్‌కి అర్థం కాలేదు).

ఉదాహరణకి పొడవు అనే లక్షణాన్ని కలుగచేసే అంశం T అనుకుందాం. అలాగే పొట్టిదనం అనే లక్షణాన్ని కలుగజేసే అంశం పేరు s అనుకుందాం. పొట్టి మొక్కల్లో రెండు sలు ఉంటాయి. కాబట్టి దాన్ని ss అని సూచించవచ్చు. ఒక ss మొక్కలో ప్రతి శుక్రకణంలోను ఈ అంశాలలో ఒకటి ఉంటుంది కాబట్టి, శుక్ర కణంలో ఒక s ఉంటుంది. అదే విధంగా ప్రతి అండకణంలోను ఒక s ఉంటుంది.

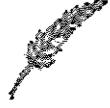
పొట్టి బఠాణీ మొక్కకి చెందిన శుక్రకణం, పొట్టి బఠాణీ మొక్కకి చెందిన అండకణంతో కలిసినప్పుడు, ఆ వచ్చిన విత్తుకి శుక్రకణం నుండి ఒక s, అండకణం నుండి మరో s సంక్రమిస్తాయి. అంటే ఆ విత్తు ss జాతి విత్తు అవుతుంది. అది పొట్టి మొక్కగా వికాసం చెందుతుంది. పొట్టి

మొక్కలన్నిటిలోను ఇదే జరుగుతుంది.

పొడవాటి బఠాణీ మొక్క పొడగరితనానికి రెండు అంశాలు ఉండవచ్చు. అవి TT రకం కావచ్చు. అండకణం నుండి ఒక T, శుక్రకణం నుండి మరో T, రెండూ కలిసి TT అవుతుంది. కాబట్టి అలాంటి విత్తులన్నీ కూడా పొడవు మొక్కలుగా పెరుగుతాయి.

కాని పొట్టి మొక్క నుండి శుక్రకణాన్ని, పొడవు మొక్క నుండి అండకణంతో కలిపాం అనుకుందాం. శుక్రకణంలోని s అండకణంలోని Tతో కలుస్తుంది. అందులో నుంచి వచ్చే విత్తు sT విత్తు అవుతుంది. అలాగే పొడవాటి మొక్కలోని శుక్రకణాన్ని, పొట్టి మొక్కలోని అండకణంతో కలిపినప్పుడు, శుక్రకణంలోని T అండకణంలోని sతో కలిసి Ts రకం విత్తు తయారవుతుంది. ఈ రెండు రకాల విత్తుల Ts లేదా sT నుండి కూడా పొడవాటి మొక్కలే పుడతాయి. s ప్రభావాన్ని T ప్రభావం మరుగుపరుస్తుంది. అంటే పొడవు అనే లక్షణం dominant (ఎక్కువ ప్రాబల్యం గలది) అన్నమాట. అదే విధంగా పొట్టిదనం అనే లక్షణం recessive (తక్కువ ప్రాబల్యం గలది) అన్నమాట. అలా కాకుండా ఒక పొడవాటి మొక్కని Ts లేక sT ని తీసుకుని దాని నుండి కొత్త మొక్కలు పుట్టించాం అనుకోండి. ఈ కొత్త మొక్కల్లోనుంచి వచ్చే శుక్ర కణాలలో సగం శుక్రకణాలు T రకానివి, మిగతా సగం s రకానివి అయ్యుంటాయి. అండకణాల విషయంలో కూడా అదే జరుగుతుంది. సగం T రకానికి, సగం s రకానికి చెంది ఉంటాయి.

శుక్రకణాలని అండకణాలతో కలియనిస్తే, ప్రతి T రకం శుక్రకణం ఒక T రకం అండకణంతో గాని, s రకం అండకణంతో గాని సంపర్కిస్తుంది. ఆ కలయిక వల్ల తయారయిన విత్తు TT రకానిది గాని, Ts రకానిది గాని అవుతుంది. అలాగే ప్రతి s రకం శుక్రకణం ఒక T రకం అండకణంతో గాని, s అండకణంతో గాని కలిసి, sT లేదా ss రకాల విత్తులు ఉత్పన్నం అవుతాయి.

ప్రాబల్యం గల లక్షణాలు		ప్రాబల్యం లేని లక్షణాలు
 'ముల్లు' లేని గింజ	బార్లీ	 ముల్లు ఉన్న గింజ
	ఎలుకలు	
 రెండు గదుల కాయ	టొమాటోలు	 పలు గదుల కాయ
 తెల్ల ఉన్ని	గొర్రెలు	 నల్ల ఉన్ని

ఆ విధంగా TT, Ts, sT, ss అని నాలుగు రకాల విత్తనాలు ఉత్పన్నం అవుతాయి. ఆ నాలుగు రకాలూ సమపాళ్ళలో ఉంటాయి. TT, Ts, sT రకం విత్తుల నుండి పొడవాటి బఠాణీ మొక్కలు పుడతాయి. ss విత్తుల నుండి పొట్టివి వస్తాయి. అంటే మూడు వంతులు పొడవాటి మొక్కలు, ఒక వంతు మాత్రమే పొట్టివి అవుతాయన్నమాట. TT, ss జాతి మొక్కలు శుద్ధ అనువంశికత ప్రదర్శిస్తాయి. అంటే వాటి సంతతికి కచ్చితంగా వాటి లక్షణాలే (పొడగరితనం గాని, పొట్టిదనం గాని) వస్తాయి. కాని Ts, sT మొక్కలు శుద్ధ అనువంశికతను ప్రదర్శించవు. వాటి సంతతిలో రెండు రకాల మొక్కలూ

ఉంటాయి.

బఠాణీ మొక్కల్లో ఇతర లక్షణాలు కూడా పరిగణిస్తూ మెండెల్ తన ప్రయోగాలు కొనసాగించాడు. అన్ని లక్షణాల విషయంలోను తన వివరణలు చక్కగా వర్తిస్తున్నాయి. తరువాత లక్షణాల మిశ్రమాలని కూడా పరీక్షించాడు. ఆకుపచ్చని విత్తనాలు కలిగి, పొడుగ్గా ఎదిగే మొక్కలని తీసుకున్నాడు. అలాగే ఆకుపచ్చని విత్తనాలు గల పొట్టి మొక్కలని, పసుపు పచ్చని విత్తనాలు గల పొడవు మొక్కలని, పసుపు పచ్చని విత్తనాలు గల పొట్టి మొక్కలని తీసుకుని ప్రయోగాలు చేసి చూశాడు. రెండు లక్షణాల దృష్ట్యా శుద్ధ అనువంశికతను ప్రదర్శించే మొక్కలు ఏవి అవుతాయో ముందే నిర్ణయించగలిగాడు. తదుపరి తరంలో పుట్టిన మొక్కలు ఏఏ నిష్పత్తిలో వస్తాయో కూడా అంచనా వెయ్యగలిగాడు.

ఇన్ని పరిశోధనలు చేసి, తన సిద్ధాంతాలని క్షుణ్ణంగా పరీక్షించి తీర్చిదిద్దుకున్నాక కూడా మెండెల్‌కి వైజ్ఞానిక సంఘం తన భావాలని గౌరవిస్తుందన్న నమ్మకం లేకపోయింది. మరి తనేమో ఒక మామూలు సాధువు. వృక్షశాస్త్రంలో ఓనమాలు కూడా సరిగ్గా రాని ఔత్సాహికుడేగాని, జగమెరిగిన పండితుడు కాడు. బడిపంతులు ఉద్యోగానికి ప్రవేశపరీక్షలో కూడా నెగ్గలేని పామరుడు.

కాబట్టి తను రాసిన పరిశోధనా పత్రాన్ని నిపుణుడైన ఒక వృక్ష శాస్త్రవేత్తకి పంపించాలని అనుకున్నాడు. అలాంటి ప్రముఖుల ఆమోదముద్ర ఉంటే ఇతర శాస్త్రవేత్తలు ఆ భావాలని సమ్మతిస్తారేమోనని ఒక ఆశ.

స్విస్ వృక్షశాస్త్రవేత్త కార్ల్ విల్హెల్మ్ ఫాన్ నాగెలీ (1817–1891)కి తన పత్రాలని పంపించాడు మెండెల్. ఈ ఫాన్ నాగెలీ ఆ రోజుల్లో యూరప్‌లో ఒక పేరుమోసిన వృక్షశాస్త్రవేత్త. ఇలా తమ భావాలని విన్నవించుకుంటూ దేశాదేశాల నుండి ఎంతో మంది అతనికి రాస్తుంటారు. మెండెల్ పత్రాలని ఫాన్ నగెలీ పట్టించుకోలేదు.

ఆ పత్రాలని తిరిగి మెండెల్‌కే తిప్పి కొట్టాడు. మెండెల్ నీరుగారి పోయాడు. 1865-1869 ప్రాంతాల్లో మెండెల్ తన పత్రాలని కాస్తో కూస్తో పేరున్న పత్రికల్లో ప్రచురించగలిగాడు. కాని అత్యుత్తమ పత్రికలలో మాత్రం అవి స్థానాన్ని సంపాదించలేకపోయాయి.

ప్రముఖుల ఆమోదం, సిఫారసు లేకపోవటం వల్ల అవి మూలన పడ్డాయి.

ఈ పరిణామానికి మెండెల్ ఎంతగా కుంగిపోయాడంటే ఇతడు మొక్కలతో తన ప్రయోగాలని పూర్తిగా నిలిపివేశాడు. 1868లో తను ఉంటున్న ఆశ్రమానికి అధికారి అయ్యాడు. శేష జీవితం అంతా ఆ ఆశ్రమ వాసానికి అంకితం చేసి దైవచింతనలో కాలం వెళ్ళబుచ్చాలని నిశ్చయించుకున్నాడు. తన భావాలకి ఏనాటికైనా గుర్తింపు వస్తుందో లేదోనన్న బెంగతోనే చివరికి 1884లో కన్నుమూశాడు. ఆ గుర్తింపు తను ఊహించనంత పెద్ద ఎత్తులో వస్తుందని పాపం అతడికి తెలియదు. ఫాన్ నగెలీ 1891లో కన్ను మూశాడు. తను చేసింది ఎంత పెద్ద పొరబాటో తెలియకుండానే పోయాడు. వైజ్ఞానిక రంగంలో అతడు ఎంత సాధించినప్పటికీ మెండెల్ విషయంలో పొరబాటు చేసిన అపవాదే చివరికి అతడికి మిగిలింది.

మెండెల్ పత్రాలు ప్రచురితం అయిన ముప్పై ఏళ్ళదాకా ఎవరూ ఆ పరిశోధనలని పట్టించుకోలేదు.

2. డీ వ్రీస్ - ఉత్పరివర్తనలు (mutations)

భౌతిక లక్షణాల అనువంశికత ప్రతిసారీ మనం ఇంతవరకు చూసినంత యాంత్రికంగా, నిర్దిష్టంగా జరగదు. మొక్కల, జంతువుల సంతతి ఎప్పుడూ కచ్చితంగా వాటి తల్లిదండ్రుల పోలికలోనే పుట్టాలన్న నియమం ఏమీ లేదు.

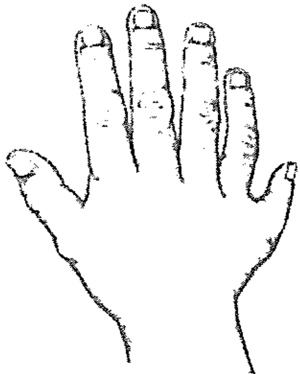
మొక్కల్లో, జంతువుల్లో అప్పుడప్పుడు తల్లిదండ్రులతో, తోబుట్టువులతో సంబంధం లేనట్లుగా సంతతి పుట్టటం కనిపిస్తుంది. అది చూస్తే అనువంశికతని కాపాడే యంత్రాంగం ఎక్కడయినా దెబ్బ తిన్నదా అనిపిస్తుంది.

ఇక కొన్నిసార్లయితే ఎక్కడో పొరబాటు జరిగినట్లు స్పష్టంగా తెలుస్తుంది. పుట్టిన మొక్క, లేదా జంతు రూపం వికారంగా ఉంటుంది. రెండు తలల దూడలు మొదలైనవి దీనికి ఉదాహరణలు. అలాంటి జీవుల ఆయుష్షు కూడా తక్కువగానే ఉంటుంది. ఇలాంటి వైపరీత్యాలని ఒకప్పుడు ఆటలు (sports) అనేవారు. ఈ సందర్భాలలో ప్రకృతి ఏదో వికృతమైన ఆటలు ఆడుతోందని ఇక్కడ ఉద్దేశం.

వెనకటి రోజుల్లో అలాంటి వికారమైన పుట్టుక దేవతల ఆగ్రహానికి సంకేతం అనుకునేవారు. ఆ పుట్టుక ప్రకృతి విరుద్ధం కాబట్టి ప్రకృతికి విరుద్ధమైన తదితర సంఘటనలు కూడా ఏమైనా జరుగుతాయేమోనని ఎదురుచూసేవారు. ఏం ఉపద్రవం జరుగుతుందోనని భయపడేవారు. అందుకే ఈ sportsని monsters (వికటకాయులు) అని కూడా పిలిచేవారు. ఈ monsters అనే పదం లాటిన్‌లో “శకునం” లేదా “హెచ్చరిక” అన్న అర్థం గల పదం నుండి వచ్చింది.

ఈ వికృతులని రైతులు, గొర్రెల కాపర్లు మాత్రమే ఎక్కువగా పెంపుడు జంతువులలో గమనించేవారు. పైగా అలా పుట్టిన జంతువులు తొందరగా

చచ్చిపోతూ ఉండేవి. ఇక మానవ శిశువులు ఎవరైనా వికారంగా పుడితే అది ఎవరికీ తెలియకుండా గోప్యంగా ఉంచేవాళ్ళు. ఆ శిశువుల ఆయుర్దాయం కూడా తక్కువగానే ఉండేది.



అరు వేళ్ళు ఉన్న మానవ చెయ్యి
- మ్యూటేషన్‌కి ఇది ఉదాహరణ



పొట్టి కాళ్ళ గొర్రె

ఇలాంటి వికార రూపంగల జీవాల వల్ల కొన్ని ఉపయోగాలు కూడా లేకపోలేదు. అయినా శాస్త్రవేత్తలు వీటిని పెద్దగా పట్టించుకోలేదు. ఉదాహరణకి 1791లో, అమెరికాలోని మసాచుసెట్స్ రాష్ట్రంలో, సెత్ రైట్ అనే ఒక రైతు తన గొర్రెకి పొట్టి కాళ్ళు ఉన్న గొర్రె పిల్ల పుట్టటం గమనించాడు. కాళ్ళు పొట్టివి అని తప్ప గొర్రెపిల్ల ఆరోగ్యంగానే ఉంది. కాని పెరిగి పెద్దయ్యాక, కాళ్ళు పొట్టివి కావటంతో కంచె మీద నుంచి గెంతలేకపోయేది. చేను దాటి బయటికి పోలేకపోయేది.

ఇదేదో బాగానే ఉంది అనుకున్నాడు సెత్ రైట్. ఈ గొర్రె ఇక కంచె దాటి బయటికి పారిపోయే సమస్యే ఉండదు కాబట్టి దాన్ని వెంబడించి పట్టుకోవాల్సిన తిప్పలు కూడా ఉండవు. ఈ గొర్రె సంతతిలో మరిన్ని పొట్టి

కాళ్ళ గొర్రెలు కనిపించాయి. కొన్నేళ్ళలో అలాంటి పొట్టి కాళ్ళ గొర్రెల మందల్నే తయారుచేశాడు రైట్.

కొంతకాలం తరువాత ఆ సంతతి అంతరించి పోయింది అనుకుంటుండగా నార్వేలో అలాంటి పొట్టి కాళ్ళ వికారం ఒకటి కనిపించింది. వాటి నుండి గొర్రెల మందల్ని సాకారు. కాని ఎందువల్లనో అలాంటి పరిణామాలేవీ శాస్త్రవేత్తల దృష్టిని ఆకర్షించలేకపోయాయి.

ఇదిలా ఉండగా 1886లో డచ్ వృక్షశాస్త్రవేత్త హ్యూగో డీ వ్రీస్‌కి (1848–1935) ఒక ఆసక్తికరమైన విషయం కంటపడింది. గతంలో ప్రిమ్ రోజ్ అనే పూల మొక్కని అమెరికా నుంచి నెదర్లాండ్స్‌లో ప్రవేశపెట్టారు. ఒక రోజు ఒక నిర్జన ప్రదేశంలో ఈ మొక్కల తోట ఒకటి డీ వ్రీస్ కంటపడింది. ఒకే మొక్క విత్తుల నుండి ఆ తోట అంతా పుట్టుకొచ్చి ఉంటుంది. అయినా కూడా మొక్కల్లో కొన్ని ఆసక్తికరమైన తేడాలు గుర్తించగలిగాడు డీ వ్రీస్.

కొంచెం ప్రత్యేకంగా, తేడాగా ఉన్న మొక్కలు sports, అంటే వైపరీత్యాలు



ప్రిమ్ రోజ్‌లతో హ్యూగో డీ వ్రీస్

అన్నమాట. కాని అవి కూడా బాగా పెరిగి వర్ధిల్లుతున్నాయి. అలాంటి వాటిని కొన్ని తవ్వి తీసి తన పెరట్లో నాటుకున్నాడు డీ వ్రీస్. మెండెల్ బఠాణీ మొక్కలతో చేసిన ప్రయోగాల్లాంటివే ఇతడు ప్రిమ్ రోజ్ మొక్కలతో ప్రారంభించాడు (అయితే ఆ సమయంలో డీ వ్రీస్‌కి మెండెల్ గురించి ఏమీ తెలియదు).

ప్రిమ్ రోజ్ మొక్కల సంతతి కూడా అధిక శాతం తల్లి మొక్క పోలికలోనే ఉండేవి. కాని అరుదుగా మాత్రం సంతతి మొక్క చాలా తేడాగా ఉండేది. అనువంశికతలో అలాంటి హఠాత్ పరిణామానికి mutation (ఉత్పరివర్తన) (అంటే లాటిన్‌లో మార్పు) అని పేరు పెట్టాడు డీ వ్రీస్. అప్పటినుంచి వికారాలు, వైపరీత్యాలు, monsters, sports మొదలైన పరిభాష పోయి mutation అన్న మాటే స్థిరపడింది.

మొక్కల తరాల పరిణామంలో మెండెల్ గమనించిన సూత్రాలే డీ వ్రీస్ కూడా గమనించాడు. మొక్కల మీద జాగ్రత్తగా కొలతలు తీసుకుంటూ ఎంత శాతం మొక్కల్లో ఏ లక్షణాలు ఉంటాయో నమోదు చేసుకున్నాడు. మెండెల్‌లాగానే ఇతడు కూడా ప్రతి భౌతిక లక్షణాన్ని శాసిస్తూ రెండు అంశాలు ఉంటాయని గుర్తించాడు. వీటిలో ఒకటి వరాగంలోను, మరొకటి అండాశయంలోను ఉంటుందని కూడా అర్థం చేసుకున్నాడు. ఈ రెంటి మధ్య జరిగే యాదృచ్ఛికమైన కలయికల వల్ల సంతతి లక్షణాలు నిర్ణయింపబడతాయి.

1900లో డీ వ్రీస్ "అనువంశికతా ధర్మాలు" అన్న గ్రంథ రచనకి పూనుకున్నాడు.

డీ వ్రీస్‌కి తెలియకుండా మరో ఇద్దరు వృక్ష శాస్త్రవేత్తలు కూడా అవే అనువంశికతా ధర్మాలని కనుక్కున్నారు. వాళ్ళిద్దరూ కూడా 1900 కల్లా వాళ్ళ ఆవిష్కరణలని ప్రచురించటానికి సిద్ధం అయ్యారు. వాళ్ళ పేర్లు – జర్మన్ వృక్ష శాస్త్రవేత్త కార్ల్ ఎరిక్ కారెన్స్ (1864–1933), ఆస్ట్రియన్ వృక్ష

శాస్త్రవేత్త ఇరిక్ ట్షెర్మాక్ ఫాన్ సైసెనెక్ (1871–1962).

ఈ ముగ్గురు వృక్ష శాస్త్రవేత్తలూ తమ రచనలని ప్రచురించే ముందు ఈ రంగంలో అంతకు ముందు ఎవరైనా ఏదైనా కృషి చేశారా అని సమీక్షించారు. ముగ్గురికీ మెండెల్ రాసిన పత్రాలే తారసపడ్డాయి. తాము కనుక్కున్న సూత్రాలే మెండెల్ కూడా కనుక్కున్నాడని తెలుసుకుని ఆశ్చర్యపోయారు. వాటిని మెండెల్ 40 ఏళ్ళ క్రితమే కనుక్కున్నాడు.

1900లో ముగ్గురు వృక్ష శాస్త్రవేత్తలు – డీ వ్రీస్, కారెన్స్, ట్షెర్మాక్ ఫాన్ సైసెనెక్‌లు తమ ఆవిష్కరణలని ప్రచురించారు. కాని ముగ్గురూ ఘనత అంతా మెండెల్‌దేనని వినమ్రంగా ఒప్పుకున్నారు. అందుకే నేడు మనం మెండెల్ అనువంశికతా సూత్రాలు అని చెప్పుకుంటున్నాం. ఈ పరిణామాలన్నీ చూడటానికి మెండెల్ జీవించి లేకపోయినా, అతని ఖ్యాతి మాత్రం చిరస్థాయిగా నిలిచిపోయింది.

3. ఫ్లెమింగ్ - క్రోమోజోములు

పందొమ్మిదవ శతాబ్దంలో శాస్త్రవేత్తలు జంతువుల, మొక్కల అవయవాలని చాలా క్షుణ్ణంగా పరిశీలించారు. వీటిలోని వివరాలను, సూక్ష్మాలను పరిశీలించడానికి సూక్ష్మదర్శినిని వాడారు. జీవరాశులలో సూక్ష్మదర్శినిలో తప్ప కంటికి కనిపించనంతటి చిన్న చిన్న నిర్మాణాలు వారికి తారసపడసాగాయి. వాటికి కణాలు అని పేరు పెట్టారు.

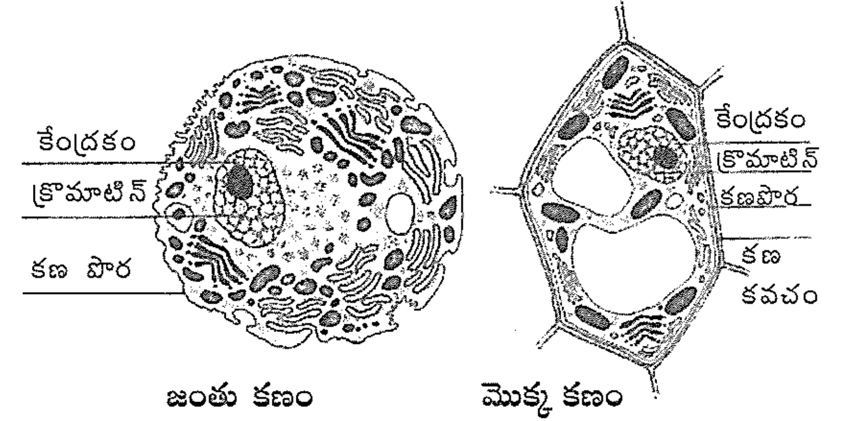
జంతువులలో కన్నా మొక్కల్లో కణాలు తేలికగా కనిపిస్తాయి. 1838లో మథయాస్ జాకొబ్ ష్లైడెన్ (1804-1881) అనే జర్మన్ వృక్ష శాస్త్రవేత్త మొక్కలన్నీ కణాలతో నిర్మితమై ఉంటాయని ప్రకటించాడు. ఆ కణాలని వేరు చేస్తూ పలుచని గోడలు ఉంటాయన్నాడు. మొక్కల నిర్మాణానికి కణాలే రాళ్ళ వంటివి అన్నాడు.

ఆ మరుసటి సంవత్సరమే తియొడోర్ ష్వాన్ (1880-1882) అనే మరో జర్మన్ జీవశాస్త్రవేత్త ఈ భావనని మరింత విస్తరింపచేశాడు. మొక్కలే కాదు, జంతువులు కూడా కణాలతోనే నిర్మింపబడతాయని అన్నాడు. జంతు కణాల గోడలు మరింత పలుచగా ఉన్నాయన్నాడు. ష్లైడెన్, ష్వాన్‌లు ఆ విధంగా జీవకణ సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించారు. వీరి భావన నిజమని తరువాత కాలంలో తేలింది.

1845లో కార్ల్ ఫాన్ సీబోల్డ్ (1804-1885) అనే జర్మన్ జీవశాస్త్రవేత్త ఒకే ఒక కణంతో నిర్మితమైన అతిసూక్ష్మమైన జీవరాశులు కూడా ఉన్నాయని నిరూపించాడు.

కంటికి కనిపించేటంత పెద్ద ఆకారం గల జీవరాశులు ఎన్నో కణాలతో నిర్మించబడి ఉంటాయి, వీటిని బహుళ కణ జీవాలు అంటారు. జీవి ఆకారం ఎంత పెద్దగా ఉంటే వాటిల్లో కణాల సంఖ్య అంత ఎక్కువగా ఉంటుంది. కణాల సంఖ్య పెంచుకుంటూ బహుళ కణజీవాలు తమ ఆకృతిని

పెంచుకుంటాయి. జీవాలన్నీ ఒకే కణం నుంచి తమ జీవితాన్ని మొదలుపెడతాయి. జంతువుల, మొక్కల విషయంలో ఈ ఒకే కణం అండకణం అవుతుంది.



జంతు కణం   మొక్క కణం

ఎదిగిన మానవ దేహంలో సుమారు 50 లక్షల కోట్ల (50,00,00,00,000,000) కణాలు ఉంటాయి. కాని ఈ కణరాశికి ఆరంభం ఒక కణం మాత్రమే. ఒక కణం రెండుగా విభజన చెందుతుంది. ఆ రెండు కణాలు పెరిగి అవి కూడా విభజన చెంది మొత్తం నాలుగు కణాలు అవుతాయి. అలా 45 సార్లు విభజన చెందితే చాలు – ఒక కణం యాభై లక్షల కోట్ల కణాలు అవుతుంది!

ఇంతకీ ఈ కణాలు ఎలా విభజన చెందుతాయి? కణ విభజన చెందినప్పుడు కణాలలో ఏం జరుగుతుంది?

కణాలని చిన్న చిన్న నీటి బొట్లలా ఊహించుకుంటున్నారేమో. ఒక నీటి బొట్టు రెండు నీటి బొట్లు అయినట్లే, ఒక కణం రెండుగా విడిపోతుందని అనుకుంటున్నారా? కాని ఆ ఊహ పూర్తిగా నిజం కాదు. సూక్ష్మదర్శినిలో పరిశీలిస్తే కణం వట్టి నీటి బొట్టు కాదని తేలికగా తెలుస్తుంది. అంత చిన్న కణంలో కూడా ఇంకా చిన్న అంతరంగ అంశాలు ఉన్నాయి.

కణ సిద్ధాంతం పూర్తిగా స్థాపించబడక ముందే కొంతమంది శాస్త్రవేత్తలు కణ కేంద్రంలో ఒక చిన్న నిర్మాణాన్ని గుర్తించారు. స్కాటిష్ జీవశాస్త్రవేత్త రాబర్ట్ బ్రౌన్‌కి (1773–1858) ఈ నిర్మాణం ఎంత తరచుగా కనిపించేది అంటే అది కణాలు అన్నిటిలోను ఉంటుందని చాటాడు. ఆ నిర్మాణానికి న్యూక్లియస్ అని పేరు పెట్టాడు. లాటిన్‌లో 'చిన్న పప్పు' అన్న అర్థం గల పదం నుండి ఈ పేరు వచ్చింది. పెద్ద డొల్ల మధ్యలో చిన్న పప్పు ఉన్నట్లు ఈ నిర్మాణం కనిపించింది.

కణ సిద్ధాంతానికి మూలపురుషుల్లో ఒకరైన ష్లైడెన్‌కి కణ విభజనకి ఈ న్యూక్లియస్ చాలా అవసరం అనిపించింది. బహుశ ఈ న్యూక్లియస్ పైపొర చిప్పిల్లి అందులోనుంచి పిల్ల కణాలు పుట్టుకొస్తాయేమోనని ఊహించుకున్నాడు.

కాని 1846లో ఫాన్ నాగెలీ (మెండెల్ ఆవిష్కరణల గొప్పదనాన్ని గుర్తించలేకపోయిన వ్యక్తి) కణ విభజన అలా జరగదని నిరూపించాడు. కణ విభజనలో మరి న్యూక్లియస్ పాత్ర ఏమిటి? కణ విభజన జరిగినప్పుడు ఒక కణంలో న్యూక్లియస్ ఉండి, రెండో కణంలో లేకపోతే న్యూక్లియస్ లేని కణం చచ్చిపోతుంది. న్యూక్లియస్ ఉన్న కణం మామూలుగా ఎదిగి తగుసమయంలో విభజన చెందుతుంది.

మరి కణ విభజన ఎలా జరుగుతుందో తెలుసుకోవటం ఎలా? కణాల అంతరంగ అంగాలన్నీ పారదర్శకంగా ఉంటాయి. సూక్ష్మదర్శినిలో చూసినా అంతా ఛాయామాత్రంగా కనిపిస్తుంది. దృశ్యాన్ని ఇంకా పెద్దగా చేసినా ఛాయ పెద్దదవుతుందే తప్ప చిత్రంలో స్పష్టత రాదు.

1850ల నుండి రసాయన శాస్త్రవేత్తలు ప్రకృతిలో లేని నానా రకాల రసాయనాలని సృష్టించటం నేర్చుకుంటూ వచ్చారు. ముఖ్యంగా రంగు గల రసాయనాలు ఎన్నో తయారుచేశారు. ఈ రంగు గల రసాయనాలనే నేత పరిశ్రమలో అద్దకాలుగా వాడతారు.

ఈ అద్దకాలు కడిగితే పోవు, ఎండకి తేలికగా వెలిసిపోవు. అనతికాలంలోనే ఈ కొత్త అద్దకాలు ఎన్నో పరిశ్రమలకి ప్రాణం పోశాయి.

ఈ అద్దకాలని ఉపయోగించి కణాలకి కూడా రంగులు వేయొచ్చేమోనని కొందరు జీవశాస్త్రవేత్తలకి ఆలోచన వచ్చింది. కణం లోపల నానా రకాల నిర్మాణాలూ ఉన్నాయి. వాటికి వేరు వేరు రసాయనిక లక్షణాలు ఉండొచ్చు. ప్రత్యేక అద్దకాలు ప్రత్యేక నిర్మాణాలతోనే చర్య జరపొచ్చు. కాబట్టి సూక్ష్మదర్శినిలో చూసినప్పుడు కొన్ని నిర్మాణాలు చక్కగా రంగుదేలి స్పష్టంగా కనిపించవచ్చు. కొన్ని అసలు కనిపించకపోవచ్చు. ఈ విధంగా ప్రత్యేక రీతుల్లో అద్దకాలని వాడి కణంలోని నిర్మాణాలని పరిశోధించవచ్చు.

1870లలో వాల్టర్ ఫ్లెమింగ్ (1843–1905) అనే జర్మన్ జీవశాస్త్రవేత్త ఈ రీతిలోనే అద్దకాలని వాడటం మొదలుపెట్టాడు. ఒక ప్రత్యేక అద్దకాన్ని న్యూక్లియస్‌లో కేంద్ర ప్రాంతాలు మాత్రమే గ్రహించేవి. మిగతా ప్రాంతాలు ఆ అద్దకాన్ని గ్రహించలేదు. కాబట్టి సూక్ష్మదర్శినిలో అద్దకం చేరుకున్న ప్రాంతాలని స్పష్టంగా చూడటానికి వీలయ్యింది.

న్యూక్లియస్‌లో అద్దకాన్ని పీల్చుకున్న ప్రాంతానికి ఫ్లెమింగ్ క్రొమాటిన్ అని పేరు పెట్టాడు. గ్రీకులో రంగు అన్న పదం నుండి ఈ పదం వచ్చింది.

తరువాత ఫ్లెమింగ్ వేగంగా వృద్ధి చెందుతున్న కణజాలాన్ని సూక్ష్మదర్శిని కింద పెట్టి చూశాడు. కణ విభజన వివిధ దశలలో ఉన్న కణాలని అతడు చూశాడు. కాని అద్దకం రంగు లేకుండా ఏం జరుగుతోందో చెప్పటం కష్టం అయ్యింది.

ఫ్లెమింగ్ ఈ సారి కణజాలానికి రంగు పట్టించి మళ్ళీ సూక్ష్మదర్శినిలో పెట్టి చూశాడు. అయితే ఆ అద్దకం కణంలోని పదార్థాలతో కలిసి, వాటిని విషపూరితం చేసి కణాలని చంపేసింది. కాబట్టి కణ విభజన కొనసాగకుండా మధ్యలో ఆగిపోయింది. అయితే వివిధ కణాలు వివిధ దశలలో ఉండగా చచ్చిపోయాయి. చలన చిత్రంలో వరసగా వచ్చే వివిధ దృశ్యాలని

చిందరవందరగా పేర్చి చూసినట్లు ఉంది ఆ కణాల స్థితి. ఆ చిత్రాలని శ్రద్ధగా పరీక్షిస్తే వాటి అసలు వరస క్రమం ఏమిటో ఊహించటానికి వీలవుతుంది. అప్పుడు కణ విభజనలో వరసక్రమాన్ని అర్థం చేసుకోవటానికి వీలవుతుంది.

అలాంటి పరిశీలనల సహాయంతో కణ విభజనలోని సంఘటనల క్రమాన్ని చాలా క్షుణ్ణంగా విశదీకరించాడు ఫ్లెమింగ్. ఈ వివరాలన్నిటినీ వర్ణిస్తూ 1882లో ఒక పుస్తకాన్ని కూడా ప్రచురించాడు.

కణ విభజన మొదలుకాగానే క్రొమాటిన్ పదార్థం అంతా న్యూక్లియస్‌లో ఒక చోట పేరుకుని చిన్న చిన్న గొట్టాలలాగా, సేమ్యా దారాలలాగా ఏర్పడుతుంది. ఈ గొట్టాలకి ఫ్లెమింగ్ క్రోమోజోమ్ అని పేరు పెట్టాడు. అంటే గ్రీకులో రంగు గల వస్తువు అని అర్థం. అయితే క్రోమోజోములకి సహజంగా ఏ రంగూ ఉండదు. ఫ్లెమింగ్ వాడిన అద్దకాలతో సంపర్కం ఏర్పడినప్పుడు ఆ అద్దకాన్ని క్రోమోజోములు పీల్చుకుని రంగు దేలతాయి.

కణ విభజన జరుగుతూ ఒకొక్క క్రోమోజోము దానికి ప్రతిని తయారుచేసుకుంటుంది. అంటే ప్రతి క్రోమోజోము రెండింతలు అవుతుంది అన్నమాట.

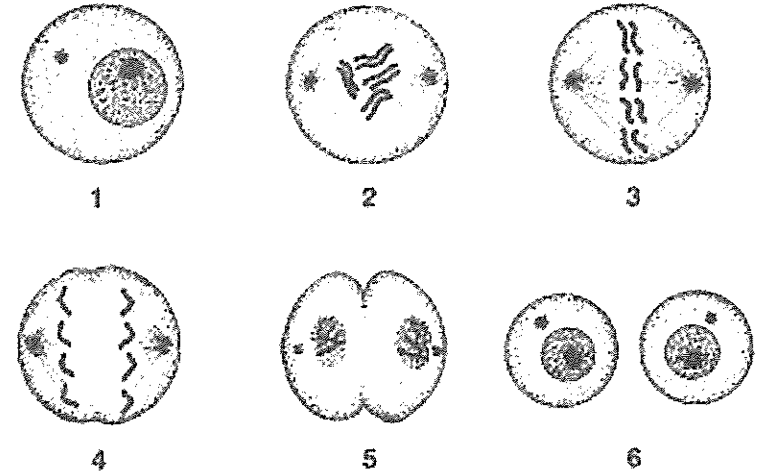
ఇంతలో న్యూక్లియస్ చుట్టూ ఉండే పొర కరిగి మాయమైపోతుంది. అలా రెండింతలైన క్రోమోజోములు అన్నీ కణ కేంద్రంలో పోగవుతాయి. రెండింతలైన క్రోమోజోములలో సగ భాగం కణంలో ఒక కొసకి, రెండవ భాగం మరొక కొసకి జరుగుతాయి. ఆ విధంగా కణం రెండు అంచుల వద్ద సంపూర్ణ క్రోమోజోముల సముదాయం ఏర్పడుతుంది. ఈ క్రోమోజోముల సముదాయం చుట్టూ కొత్తగా ఒక పొర ఏర్పడుతుంది. ఆ విధంగా కణంలో రెండు అంచులలో రెండు న్యూక్లియస్‌లు ఏర్పడతాయి. అప్పుడు కణ మధ్యభాగం క్రమంగా సన్నగా అవుతూ, ఒక దశలో కణం

రెండుగా విడిపోతుంది.

అలా రెండు కణాలు ఏర్పడతాయి. దేని న్యూక్లియస్ దానికి ఉంటుంది.

ఫ్లెమింగ్ కృషిని ఇతరులు కొనసాగించారు. వారిలో ఒకరు బెల్జియన్ జీవశాస్త్రవేత్త ఎడ్వర్డ్ ఫాన్ బెనేడెన్ (1846–1910).

1887లో బెనేడెన్ ఒక ప్రత్యేక రకం మొక్కలోగాని, జంతువులోగాని అన్ని కణాలలోను ఒకే సంఖ్యలో క్రోమోజోములు ఉంటాయని నిరూపించాడు. కణ విభజనలో ఈ సంఖ్య ముందు ద్విగుణీకృతం అవుతుంది. అందుకే కణ విభజన జరిగాక రెండు శిశుకణాలలోను మాతృకణంలో ఉన్నన్ని క్రోమోజోములే ఉంటాయి.

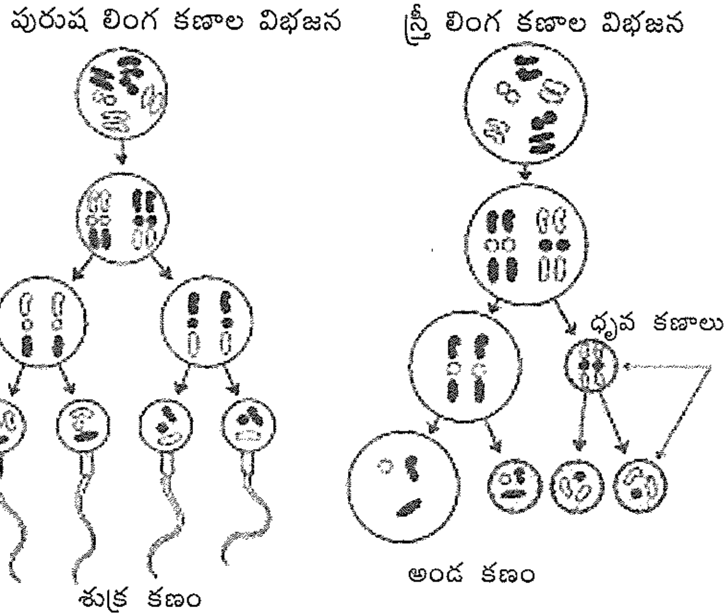


క్రోమోజోముల విభజన (మైటాసిస్)

ఉదాహరణకి ప్రతి మానవ కణంలోను 46 క్రోమోజోములే ఉంటాయని మనకి తెలుసు. మానవ కణం విభజన చెందినప్పుడు ప్రతి క్రోమోజోము దాని ప్రతిని ఒకదాన్ని తయారుచేసుకుంటుంది. ఆ విధంగా 92 క్రోమోజోములు తయారు అవుతాయి. వీటిలో 46 క్రోమోజోములు కణంలో ఒక కొసకి, తక్కిన 46 క్రోమోజోములు కణంలో మరో కొసకి

చేరతాయి. చివరికి చెరో 46 క్రోమోజోములు ఉన్న రెండు కణాలు తయారవుతాయి.

మియాసిస్ ప్రక్రియ



అయితే లింగ కణాలు ఏర్పడినప్పుడు ఒక్కొక్క దానికి క్రోమోజోముల సగం (Haifa – హైఫా) సముదాయం మాత్రమే దక్కుతుంది. ఈ ప్రక్రియని మియాసిస్ అంటారు. ఈ విభజన వల్ల క్రోమోజోముల సంఖ్య సగం అవుతుంది కాబట్టి దీన్ని తరుగుదల విభజన అంటారు. అంటే మొక్కల్లోను, జంతువుల్లోను ఉండే శుక్ర కణాలలోను, అండకణాలలోను ఉండే క్రోమోజోముల సంఖ్య ఇతర కణాలలోని క్రోమోజోముల సంఖ్యలో సగం ఉంటుంది. కాబట్టి మానవ కణాలలో 46 క్రోమోజోములు ఉన్నా, శుక్ర కణాలలోను, అండకణాలలోను 23 క్రోమోజోములే ఉంటాయి.

ఒక మానవ శుక్రకణం, ఒక మానవ అండకణంతో కలిసినప్పుడు ఒక దాంట్లోని 23 క్రోమోజోములు, మరో దాంట్లోని 23 క్రోమోజోములతో

కలుస్తాయి. తత్ఫలితంగా, సగం తల్లి నుండి సగం తండ్రి నుండి రాగా మొత్తం 46 క్రోమోజోములు గల "ఫలదీకృత అండకణం" తయారు అవుతుంది.

ఈ ఫలదీకృత అండకణం పదే పదే విభజన చెందటం మొదలు పెడుతుంది. అలా పుట్టిన ప్రతి కణంలోను 46 క్రోమోజోములే ఉంటాయి. వాటిలో సగం తండ్రి క్రోమోజోముల లాంటివి, సగం తల్లి క్రోమోజోముల లాంటివి ఉంటాయి.

4. మోర్గాన్ - ఈగల పరిశోధనలు

1900లో డీ వ్రీస్, కారెన్స్, ట్షర్మాక్ ఫాన్ వేసినెక్‌లు మెండెలియన్ అనువంశికతా ధర్మాలని పునరావిష్కరించినంత వరకు, జీవశాస్త్రవేత్తలకి ఫ్లెమింగ్, బెనెడెన్‌ల పరిశోధనల ప్రాముఖ్యత అర్థం కాలేదు. అప్పటినుంచి మెండెలియన్ సిద్ధాంతాలకి మూర్తి రూపాలుగా క్రోమోజోములు కనిపించసాగాయి.

ఈ విషయాన్ని సూచించిన మొట్టమొదటి వాడు అమెరికన్ జీవశాస్త్రవేత్త వాల్టర్ స్టాన్బరో సటన్ (1877-1916). 1902లో, పట్టుమని పాతికేళ్ళు కూడా నిండని యవ్వనంలో, ఇతగాడు ఒక చక్కని పరిశోధనా పత్రం రాశాడు. అందులో క్రోమోజోములు అన్నీ బాగా సన్నిహితమైన పోలికలు ఉన్న జతలుగా ఏర్పాటై ఉన్నాయని నిరూపించాడు. కాబట్టి మానవ

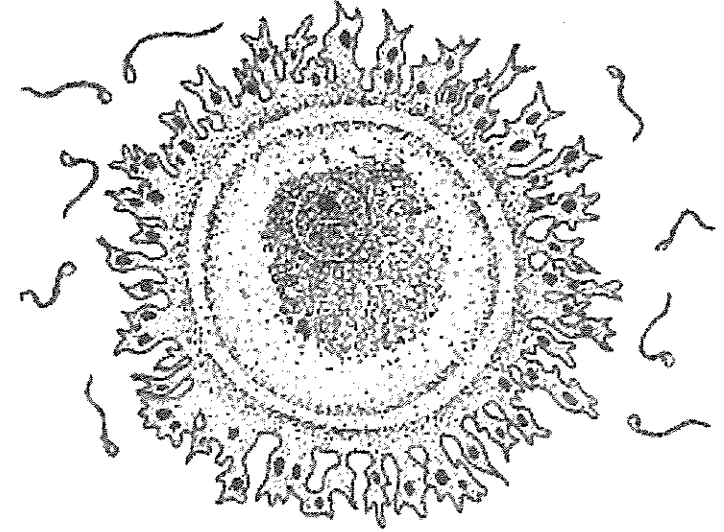
పురుషునిలో 46 క్రోమోజోములు
22 జతలు + లింగ నిర్ధారణ చేసే 2 క్రోమోజోములు

క్రోమోజోములు

X క్రోమోజోములు

కణంలో 46 క్రోమోజోములు ఉన్నాయనే కన్నా, 23 జతల క్రోమోజోములు ఉన్నాయనటం సమంజసం అన్నాడు.

శుక్రకణాలలోను, అండకణాలలోను మాత్రం ఒక్కొక్క క్రోమోజోము జత నుండి ఒక్క క్రోమోజోమే ఉంటుంది అని కూడా ఇతడు 1903లో నిరూపించాడు. వాటిలో ఉండే 23 క్రోమోజోముల సముదాయం అర్థ సముదాయం అన్నమాట.



అండం చుట్టూ వీర్య కణాలు

ఫలదీకృత అండకణంలో కూడా 23 జతల క్రోమోజోములే ఉంటాయి. కాని ప్రతి జతలో ఒక క్రోమోజోము తండ్రి నుండి, మరొకటి తల్లి నుండి వస్తుంది.

ఇప్పుడు మెండెల్ బఠాణీ మొక్కలకి మరోసారి వద్దాం.

ఉదాహరణకి బఠాణీ మొక్క కణంలో పొడగరితనాన్ని (T-tall)/ పొట్టిదనాన్ని (s-short) శాసించే ఒక క్రోమోజోము ఉంటుందని అనుకుందాం. ఆ క్రోమోజోము T గాని s గాని కావచ్చు. ఈ క్రోమోజోముకి

మరో జంట క్రోమోజోము ఉంటుంది. అది కూడా పొడగరితనాన్ని/ పొట్టిదనాన్ని శాసిస్తుంది. ఆ క్రోమోజోము కూడా T గాని s గాని కావచ్చు. ఆ కారణం చేత ఆ క్రోమోజోముల జత TT, Ts, sT, ss లలో ఏదో ఒకటి అవుతుంది.

TT రకం మొక్కకి చెందిన శుక్రకణంలోని క్రోమోజోముల జతలో ఒక క్రోమోజోమే ఉంటుంది. అది T క్రోమోజోమే అవుతుంది. అలాగే ss రకం మొక్కకి చెందిన శుక్రకణంలోని క్రోమోజోముల జతలో ఒక క్రోమోజోమే ఉంటుంది. అది s క్రోమోజోమే అవుతుంది. అండకణాలలో కూడా ఈ సూత్రాలే వర్తిస్తాయి. అలాగే sT రకం మొక్కకి గాని Ts మొక్కకి గాని చెందిన శుక్రకణంలోని క్రోమోజోముల జతలో ఒకే క్రోమోజోము మాత్రమే ఉంటుంది. కాబట్టి, సగం s రకానివి, సగం T రకానివి అవుతాయి. అండకణాల విషయంలో కూడా ఇలాగే జరుగుతుంది. ఇప్పుడు శుక్రకణం, అండకణాల కలయికతో విత్తనాలు ఏర్పడతాయని గుర్తుంచుకుంటే, s కన్నా T ప్రాబల్యం ఎక్కువ కాబట్టి, మెండెల్ సూత్రాలనన్నిటిని క్రోమోజోముల పరంగా వివరించవచ్చు.

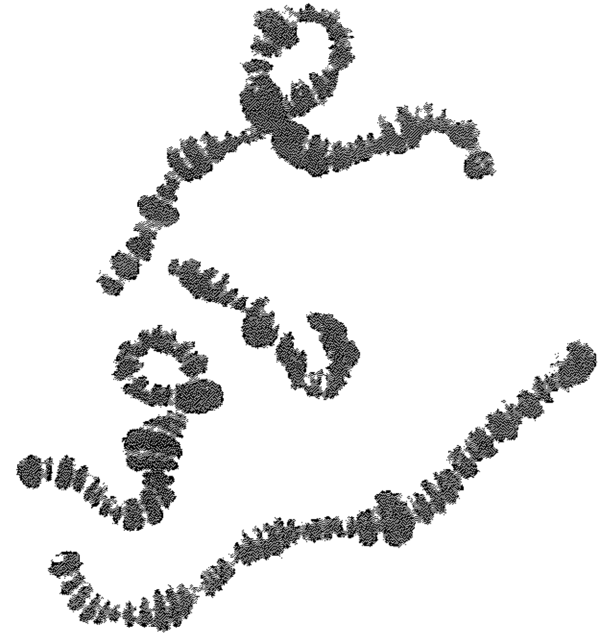
ఇది నిజంగా అత్యద్భుతం. క్రోమోజోములు అనేవి ఉన్నాయని కూడా తెలియకుండా, కేవలం తన బఠాణీ మొక్కల్లో పరిణామాలని గమనిస్తూ, క్రోమోజోములు ఎలా పని చేస్తాయో అద్భుతంగా వర్ణించాడు మెండెల్.

అయితే మరి కొన్ని ప్రశ్నలు లేకపోలేదు. మొదటి సమస్య ఏమిటంటే క్రోమోజోముల సంఖ్య ఆశించిన దాని కన్నా చాలా తక్కువ. మానవ కణాలలో కేవలం 23 జతల క్రోమోజోములే ఉన్నాయి. ఒక్కొక్క క్రోమోజోముల జత ఒక భౌతిక లక్షణాన్ని శాసిస్తుందని అనుకుంటే, కేవలం 23 భౌతిక లక్షణాలే వస్తాయి. కాని అదెలా సాధ్యం? మనిషి భౌతిక లక్షణాల సంఖ్య 23 కన్నా చాలా పెద్దదే అయ్యుండాలి.

అయితే ఈ సమస్యకి సమాధానం తేలిక్కైనదే. బహుశ మొత్తం

క్రోమోజోము కాకుండా, క్రోమోజోములలో చిన్న చిన్న భాగాలు మాత్రమే ప్రత్యేక భౌతిక లక్షణాలని శాసిస్తూ ఉండొచ్చు. ముత్యాల సరంలో ముత్యాలలా క్రోమోజోము పొడవునా అలాంటి భాగాలు ఉండొచ్చు. ఒక్కొక్క క్రోమోజోములోను అలాంటి భాగాలు డజన్లు, వందలు, వేలు ఉండొచ్చు.

1909లో విల్‌హెల్మ్ లూడ్విగ్ యోహాన్సన్ (1857–1927) అనే డేనిష్ వృక్ష శాస్త్రవేత్త భౌతిక లక్షణాలని శాసించే ఆ క్రోమోజోమ్ భాగాలకి జన్యువు (gene) అని పేరు పెట్టాడు. గ్రీకులో ఈ పదానికి "పుట్టుకకి కారణం అయినది" అని అర్థం. ఈ సూచనని అందరూ సమ్మతించారు. క్రోమోజోములు అంటే జన్యువుల మాలికలు అని అందరూ అనుకోసాగారు.



నుసి పురుగు క్రోమోజోములు, ఒక్కొక్క క్రోమోజోము పొడవునా వేలాది జన్యువులు ఉంటాయి

అయితే మరిన్ని చిక్కు ప్రశ్నలు లేకపోలేదు. ఇవి మరి కాస్త

జటిలమైనవి. ఉదాహరణకి పుట్టబోయే శిశువు మగ శిశువా, ఆడ శిశువా అన్న దానిని శాసించే కారణం ఏమిటి? మనుషుల్లో (ఎన్నో జంతు జాతులలో కూడా) సగం మంది పిల్లలు మగ పిల్లలు, సగం ఆడ పిల్లలుగా పుడతారు. స్త్రీత్వం, పురుషత్వం అనేవి చాలా ముఖ్యమైన భౌతిక లక్షణాలు. కాని ఆ లక్షణాలు మెండెల్ సూత్రాలని పాటించవు. మెండెల్ సూత్రాల ప్రకారం ఒక కొత్త తరం మొత్తం ఒకే లక్షణం గల సంతతి పుట్టొచ్చు, రెండవ లక్షణం ఎక్కడా కనిపించక పోవచ్చు. లేదా 3:1 నిష్పత్తిలో లక్షణాలు విభజించబడి ఉండొచ్చు. స్త్రీత్వ, పురుషత్వ లక్షణాలకి మాదిరి ఎప్పుడూ 1:1 నిష్పత్తిలో మాత్రం కనిపించవు.

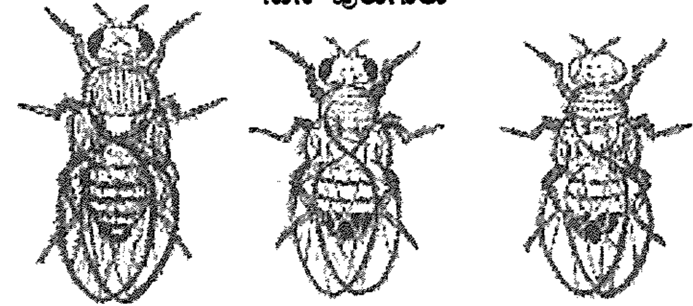

థామస్ హంట్ మార్గన్

అమెరికన్ జీవశాస్త్రవేత్త థామస్ హంట్ మార్గన్ (1866-1945) ధ్యాస ఈ సమస్య మీదకి మళ్ళింది. దాన్ని పరిశోధించటానికి 1908లో ఇతడు ఒక చిన్న పురుగుని ఎంచుకున్నాడు. అదే "ఫ్రూట్ ఫ్లై" (నుసి పురుగు). దీని శాస్త్రీయ నామం డ్రొసోఫిలా. ఇది చాలా చిన్న కీటకం. దీనిని పెంచటానికి పెద్దగా స్థలం అక్కరలేదు. దీని కణాలలో కేవలం నాలుగు జతల క్రోమోజోములే ఉంటాయి.

ఈ రకం ఈగలకి సామాన్యంగా ఎర్రని కళ్ళు ఉంటాయి. కాని మార్గన్‌కి అప్పుడప్పుడు తెల్లని కళ్ళున్న ఈగలు తారసపడేవి. తెల్ల కళ్ళున్న మగ ఈగలని, ఎర్రని కళ్ళున్న ఆడ ఈగలని ఒక సీసాలో ఉంచితే, పూర్తిగా

ఎర్ర కళ్ళ సంతతే వచ్చింది. తెల్ల కళ్ళ కన్నా ఎర్ర కళ్ళకి ప్రాబల్యం ఎక్కువైతే మెండెల్ సూత్రాల ప్రకారం అలాగే జరుగుతుందని మనకి తెలుసు.

నుసి పురుగులు


ఎర్ర కళ్ళ ఆడ ఎర్ర కళ్ళ మగ తెల్ల కళ్ళ మగ

కాని ఎర్రని కళ్ళ తదుపరి తరంలో, అంతరంగ సంపర్కం జరగనిచ్చినప్పుడు, ఎర్ర కళ్ళు తెల్ల కళ్ళు 3:1 నిష్పత్తిలో కనిపించాయి. ఈసారి కూడా మెండెల్ ధర్మాలే వర్తించాయి.

కాని ఆశ్చర్యం ఏమిటంటే తెల్ల కళ్ళ ఈగలన్నీ మగ ఈగలు అయ్యాయి. అలా ఎందుకు జరిగింది?

ఈగ క్రోమోజోముని సూక్ష్మంగా పరిశీలించాడు మోర్గాన్. ఆడ ఈగల్లో నాలుగు సంపూర్ణ జతలు ఉన్న క్రోమోజోములు కనిపించాయి. ఈ జతలలో ఒకదానికి మార్గన్ X-క్రోమోజోము అని పేరు పెట్టాడు. మగ ఈగల్లో మూడు సంపూర్ణ జతలు ఉన్నాయి. కాని ఒకే X-క్రోమోజోము ఉంది. దాని జంట క్రోమోజోమ్ లోపించింది.

అంటే ఆడ ఈగలో అండకణాలు ఏర్పడినప్పుడు, ప్రతి అండకణానికి ప్రతి క్రోమోజోము జత నుండి ఒక క్రోమోజోము వస్తుంది కాబట్టి, ఒక్కొక్క అండకణంలోను ఒకే ఒక క్రోమోజోము ఉంటుంది.

కాని మగ ఈగలో శుక్రకణాలు ఏర్పడినప్పుడు, ప్రతి శుక్రకణానికి ఒక్కొక్క క్రోమోజోము జంట నుండి ఒకే క్రోమోజోము దక్కుతుంది. కాని

X-క్రోమోజోముకి జంట క్రోమోజోము లేదు. కాబట్టి సగం శుక్రకణాలలో X-క్రోమోజోము ఉంటే మిగతా సగంలో ఉండదు.

ఇప్పుడు ఈగ అండకణం, X-క్రోమోజోము ఉన్న శుక్రకణంతో కలిస్తే, ఫలదీకృత అండకణంలో రెండు X-క్రోమోజోములు ఉంటాయి. ఆ అండకణం ఆడ ఈగగా వికాసం చెందుతుంది. అలా కాకుండా అండకణం X-క్రోమోజోము లేని శుక్రకణంతో కలిస్తే, ఫలదీకృత అండకణంలో ఒకే X-క్రోమోజోము ఉంటుంది. అది మగ ఈగగా రూపొందుతుంది.



నుసి పురుగుల క్రోమోజోములు

రెండు రకాల శుక్రకణాలు సమాన సంఖ్యలో ఉంటాయి కాబట్టి, సగం ఫలదీకృత అండకణాలు మగ ఈగలు గాను, మిగతా సగం ఆడ ఈగలు గాను రూపొందుతాయి.

(ఇంచుమించు ఇలాంటిదే మనుషులలో కూడా జరుగుతుంది. స్త్రీలలో 23 సంపూర్ణ క్రోమోజోము జతలు ఉంటాయి. పురుషులలో 22 సంపూర్ణ క్రోమోజోముల జతలతోపాటు ఒక X-క్రోమోజోము, దానికి జతగా ఒక చిన్న Y-క్రోమోజోము ఉంటుంది.)

అంతా బాగానే ఉంది గాని దీని వల్ల తెల్ల కళ్ళ ఈగలన్నీ మగ ఈగలు ఎందుకయ్యాయో ఎక్కడ తెలిసింది?

ఈ రకం ఈగలలో కంటి రంగుని శాసించే జన్యువు X-క్రోమోజోము మీద ఉంది. రెండు X-క్రోమోజోముల మీద ఎర్ర కంటి జన్యువులు (RR) ఉన్న ఆడ ఈగకి ఎర్ర కళ్ళు ఉంటాయి. ఒక క్రోమోజోము మీద తెల్ల కంటి జన్యువు (RW లేక WR) ఉన్నా కూడా ఎర్ర కళ్ళే వస్తాయి. ఎందుకంటే ఎర్ర కళ్ళకి తెల్ల కళ్ళ కన్నా ప్రాబల్యం ఎక్కువ. రెండు X-క్రోమోజోముల మీదా తెల్ల కంటి జన్యువులు (WW) ఉన్నప్పుడే తెల్ల కంటి ఈగ పుడుతుంది. రెండు X-క్రోమోజోములు ఉన్న ఈగ ఆడ ఈగే అవుతుంది. కాని తెల్ల కంటి జన్యువు చాలా అరుదు. పైగా అది రెండు X-క్రోమోజోముల మీదా కనిపించటం ఇంకా అరుదు. అందుకే తెల్ల కళ్ళున్న ఆడ ఈగ అరుదుగానే తారసపడుతుంది.

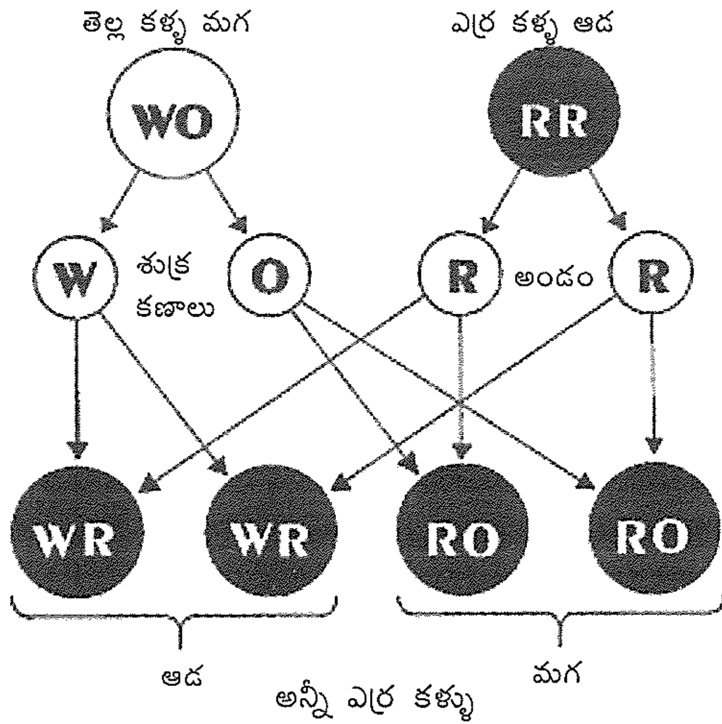
మగ ఈగలలో ఉండే ఏకైక X-క్రోమోజోము మీద ఎర్ర కంటి జన్యువు (RO) ఉంటే ఆ ఈగకి ఎర్ర కళ్ళు వస్తాయి. అదే X-క్రోమోజోము మీద తెల్ల కంటి జన్యువు (WO) ఉన్నట్లయితే, దానికి తెల్ల కళ్ళు వస్తాయి. ఒక తెల్ల కంటి జన్యువు ఉంటే చాలు. రెండవ X-క్రోమోజోమే లేనప్పుడు ఇక ప్రాబల్యం ప్రసక్తి రాదు.

ఇప్పుడు ఒక తెల్ల కంటి మగ ఈగకి (WO), సామాన్యంగా కనిపించే ఎర్ర కంటి ఆడ ఈగకి (RR) మధ్య సంపర్కం జరిగింది అనుకుందాం. ప్రతి అండ కణంలోను R జన్యువు ఉంటుంది. కాని శుక్రకణాలలో W, O అని రెండు రకాలు ఉంటాయి. ఫలదీకృత అండ కణాలలో సగం కణాలకి W జన్యువు ఉన్న X-క్రోమోజోము సంక్రమిస్తుంది. అవి RW రకం జీవాలుగా వికాసం చెందుతాయి. అన్నీ ఆడ ఈగలే అవుతాయి. అన్నిటికీ ఎర్రని కళ్ళే ఉంటాయి. మిగతా సగంలో X-క్రోమోజోము ఉండదు. అంటే అవి RO రకం జీవాలు అవుతాయి. ఎర్రని కళ్ళున్న మగ ఈగలు అవుతాయి.

ఇప్పుడు ఈ ఎర్ర కంటి సంతతిలో వాటిల్లో వాటికి (ఆడ RW, మగ RO) సంపర్కాలు జరిగాయి అనుకుందాం. అండ కణాలలో సగం R రకానికి, రెండవ సగం W రకానివి అవుతాయి. ఇక్కడ రెండు రకాల పరిణామాలు

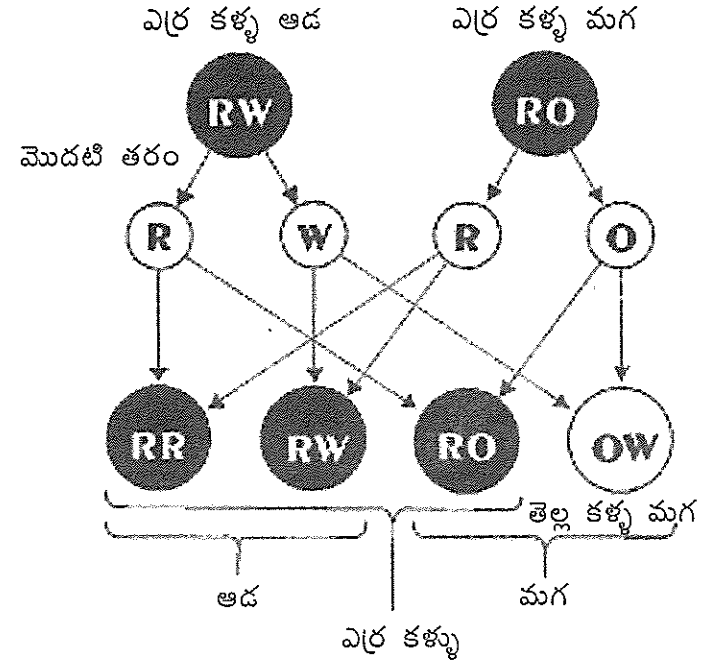
సాధ్యం అవుతాయి. అండ కణాలు X-క్రోమోజోము ఉన్న శుక్ర కణాలతో కలిస్తే ఆడ ఈగలు పుడతాయి. వాటిలో సగం ఆడ ఈగలు RR జాతివి, మిగతా సగం RW జాతివి అవుతాయి. ఇలాగైనా అన్నీ ఎర్ర కళ్ళ ఆడ ఈగలే అవుతాయి.

అలా కాకుండా అండ కణాలు X-క్రోమోజోములేని శుక్ర కణాలతో కలవొచ్చు. అప్పుడు పుట్టేవన్నీ మగ ఈగలే అవుతాయి. వాటిలో సగం RO రకానివి అవుతాయి. వీటికి ఎర్ర కళ్ళు ఉంటాయి. మిగతా సగం WO రకానివి అవుతాయి. వీటికి తెల్ల కళ్ళు ఉంటాయి. అంటే మొత్తం సంతతిలో పావు వంతు (మొత్తంలో సగం మగ ఈగలు, మగ ఈగల్లో సగం తెల్ల కంటి మగ ఈగలు) ఈగలకి తెల్ల కళ్ళు వస్తాయన్నమాట. తెల్ల కంటి ఈగలన్నీ



ఎర్ర కళ్ళ ఆడ, తెల్ల కళ్ళ మగ మధ్య సంకరం

మగ ఈగలే. మార్గన్ గమనించింది సరిగ్గా ఇదే!



మొదటి తరం ఈగల మధ్య సంకరం

కాబట్టి కంటి రంగుని లింగానుసంధిత (sex-linked) లక్షణంగా అభివర్ణించాడు మార్గన్. మనుషుల్లో కూడా ఈ లింగానుసంధానం చాలా ముఖ్యం. ఉదాహరణకి వర్ణ అంధత్వం (color blindness – రంగులని చూడలేని వ్యాధి) మనుషుల్లో లింగ సంబంధితమైనదే. ఈ వ్యాధి ఇంచుమించు ఎప్పుడూ మగవారికే వస్తుంది, ఆడవారికి రాదు. స్త్రీలలో ఆ రోగానికి సంబంధించిన జన్యువు ఉన్నా రోగం వ్యక్తం కాకపోవచ్చు. ఆ జన్యువు తమ మగ సంతతికి సంక్రమిస్తుంది (ఆడ సంతతికి సంక్రమించదు).

ఇతర రకాల అనుసంధానాలు కూడా ఉన్నాయి. తల్లిదండ్రుల నుండి పిల్లలకి క్రోమోజోములు సంక్రమించినప్పుడు, తద్వారా అనేకానేక జన్యువులు సంక్రమిస్తాయి. ఆ జన్యువులు శాసించే భౌతిక లక్షణాలన్నీ కూడా అలాగే

సంక్రమిస్తాయి.

ఉదాహరణకి, ఈగ రెక్కలకి సంబంధించిన ఒక లక్షణం, ఈగ కాళ్ళకి సంబంధించిన ఒక లక్షణం ఒకే క్రోమోజోము మీద ఉన్నట్లయితే తదుపరి సంతతికి ఆ రెండు లక్షణాలు ఎప్పుడూ జోడుగా సంక్రమిస్తాయి. అంటే ఉంటే ఆ రెండు లక్షణాలు ఉండాలి, లేదంటే రెండూ ఉండకూడదు.

ఈగల్లో సరిగ్గా అలాగే జరుగుతుందని నిరూపించగలిగాడు మార్గన్. 1910 కల్లా సటన్ చేసిన సూచనని నిరూపించటానికి తగిన సాక్ష్యాధారాలు దొరికాయి. మెండెల్ ఊహించిన అంశాలు ఈ క్రోమోజోములేనని తేలింది (ఈ కృషికి ఫలితంగా మార్గన్‌కి 1933లో నోబెల్ పురస్కారం దక్కింది).

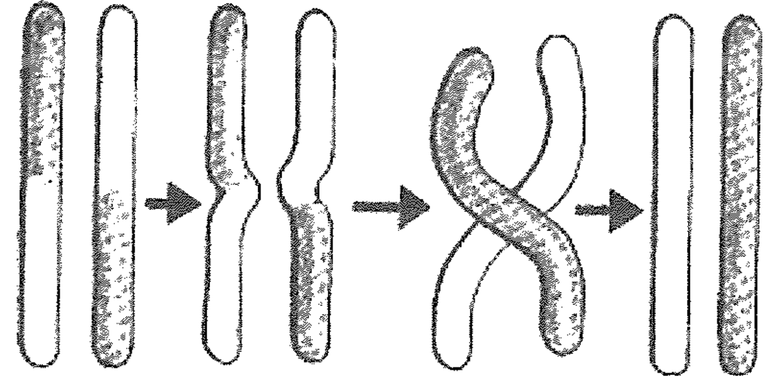
అలాగని జన్యువుల అనుసంధానం పొల్లుపోకుండా, నిర్దోషంగా జరుగుతుందని కాదు. ఉదాహరణకి ఈగల్లో A అనే లక్షణం, B అనే లక్షణం పదే పదే తరతరాలుగా జోడుగా సంక్రమించాయని అనుకుందాం. అకస్మాత్తుగా ఎక్కడో ఏదో తేడా వస్తుంది. A లక్షణం ఉన్నా, B లక్షణం లేని ఈగలు గాని, B లక్షణం కలిగి A లక్షణం లేని ఈగలు గాని తారసపడతాయి. అలా విచ్ఛిన్నమైన అనుసంధానం గల ఈగలలో వాటిలో వాటికి సంపర్కం కలుగచేస్తే వాటి సంతతిలో కూడా ఆ విచ్ఛిన్నమైన అనుసంధానం అలాగే కొనసాగుతుంది.

పొరబాటు ఎక్కడ జరుగుతోందో మార్గన్‌కి అర్థమయ్యింది. కణ విభజన జరిగే సమయంలో క్రోమోజోములు కవాతు చేసే సిపాయిల లాగా కచ్చితంగా బారులు తీరి ఉండవు. అన్నీ సేమ్యా దారాల కుప్పలాగా ఉంటాయి. ఒకే జతకి చెందిన క్రోమోజోములు ఒకదాంతో ఒకటి పెనవేసుకుని ఉంటాయి. కొన్నిసార్లు ఈ రెండూ తమలోని కొంత భాగాన్ని రెండవదాని భాగంతో మార్చుకుంటాయి. ఈ ప్రక్రియనే crossing-over అంటారు.

B లక్షణాన్ని శాసించే జన్యువు జతలో మరో క్రోమోజోము మీదకి చేరవచ్చు. అవతలి క్రోమోజోము మీద తత్తుల్యమైన భాగం వచ్చి మొదటి

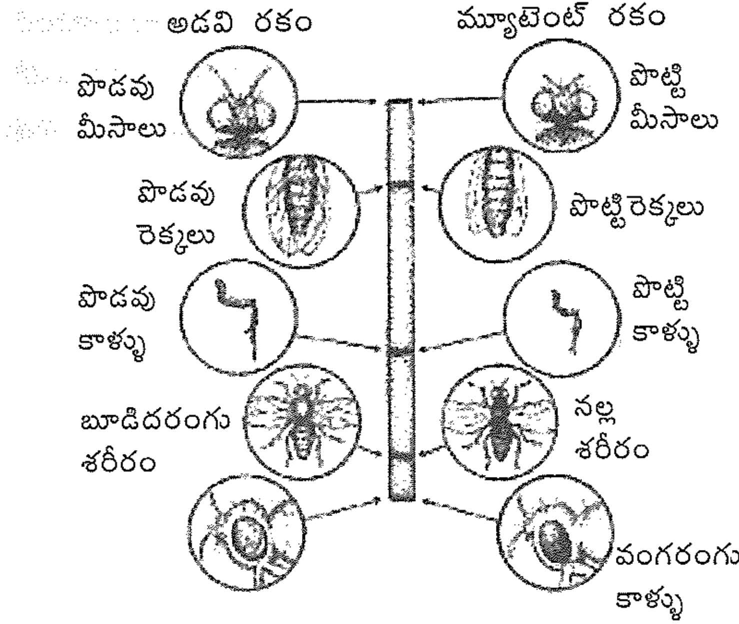
క్రోమోజోము మీదకి చేరవచ్చు. ఈ భాగం మీద మరేవో లక్షణాలని శాసించే జన్యువులు ఉండొచ్చు. ఆ కారణం వల్ల అండకణంలో గాని, శుక్రకణంలో గాని A లక్షణానికి సంబంధించిన జన్యువు ఉన్నా, B లక్షణం మరేదో కొత్త రూపంలో సంక్రమించవచ్చు.

1911లో మార్గన్ ఈ crossing-over విధానం గురించి తన ఇరవై ఒక్క ఏళ్ళ శిష్యుడు ఆల్ఫ్రెడ్ హెన్రీ స్టూర్టెవంట్ (1891-1970)తో ప్రస్తావించాడు. స్టూర్టెవంట్‌కి ఒక చక్కని ఆలోచన వచ్చింది. క్రోమోజోము మీద రెండు జన్యువులు బాగా దూరంగా ఉంటే crossing-over ఇంచుమించు ఎలా జరిగినా రెండు జన్యువులూ వేరుపడి పోతాయి. రెండూ విడిపోయి వేరువేరు క్రోమోజోముల మీదకి చేరతాయి. అలా కాకుండా క్రోమోజోము మీద రెండు జన్యువులు దగ్గర దగ్గరగా ఉన్నాయని అనుకుందాం. crossing-over వల్ల ఆ రెండిటి మధ్య చీలిక వచ్చే ఆస్కారం చాలా తక్కువ.



క్రోమోజోముల క్రాసింగ్ ఓవర్

కాబట్టి వివిధ లక్షణాల మధ్య అనుసంధానం ఎలా విచ్ఛిన్నం అవుతుందో అధ్యయనం చేస్తే, ఆ లక్షణాలకి సంబంధించిన జన్యువులు క్రోమోజోముల మీద ఎంత దూరంలో ఉన్నాయో అంచనా వేయటానికి వీలవుతుంది.



నుసి పురుగులో ఒక క్రోమోజోముపై కొన్ని జన్యువుల స్థానాన్ని చూపించే జన్యుపటం (సరళీకరించబడినది)

ఇలాంటి పరిశీలనల నుండి ఎంతో సమాచారాన్ని రాబట్టవచ్చు. ఉదాహరణకి రెండు జన్యువులు ఒకే క్రోమోజోము రెండు అంచుల వద్ద ఉండొచ్చు. ఈ మూడో జన్యువు మొదటి జన్యువు కన్నా రెండవ జన్యువుకి మరింత సన్నిహితంగా ఉండొచ్చు. మరో నాలుగో జన్యువు మొదటి జన్యువుకి దగ్గరగా ఉండొచ్చు. ఆ విధంగా క్రోమోజోముల మీద జన్యువుల సాపేక్ష స్థానాల గురించి ఈ అనుసంధానాల విశ్లేషణ వల్ల నేర్చుకోవచ్చు.

అనతికాలంలోనే క్రోమోజోము మీద ఒక జన్యువు కచ్చితంగా ఎక్కడ ఉందో, ఏ లక్షణాన్ని అది శాసిస్తుందో మొదలైన సమాచారం అంతా ఉన్న క్రోమోజోము పటం రూపొందుతుంది. 1913లో, కేవలం ఇరవై రెండేళ్ళ వయసులో స్టూర్టెవంట్ దీనిని వర్ణిస్తూ ఒక పరిశోధనా పత్రం రాశాడు. ఆ తరువాత కూడా ఎన్నో ఏళ్ళ పాటు ఇంకా ఇంకా కచ్చితమైన, సవివరమైన

క్రోమోజోము పటాలని ప్రచురిస్తూ పోయాడు.

1951కల్లా నుసిపురుగులోని నాలుగు క్రోమోజోములకి సంబంధించిన సవివరమైన పటాన్ని తయారుచేశాడు.

5. ముల్లర్ - ఎక్స్-కిరణాలు

అసలు ఎర్ర కంటి జన్యువు, తెల్ల కంటి జన్యువు అని రెండు జన్యువులు ఎందుకు ఉండాలి? పైగా అవి రెండు క్రోమోజోముల మీద సమాన స్థానంలో ఎందుకు ఉండాలి? ఆ విధమైన ఏర్పాటు వల్ల ఒక క్రోమోజోము మీద ఒక జన్యువు, దాని జంట క్రోమోజోము మీద మరో జన్యువు చేరతాయనా? నిజానికి ఎర్ర కంటి జన్యువే సర్వసామాన్యమైన లక్షణం. మొదట్లో అది ఒక్కటే ఉండేదేమో? కణ విభజన జరిగిన ప్రతిసారీ మరో ఎర్ర కంటి జన్యువు తయారయ్యేది. మరి అలాంటప్పుడు కొత్తగా ఈ తెల్లకంటి జన్యువులు ఎక్కడినుంచి వచ్చాయి?

జన్యువులలో ఉత్పరివర్తనలు (mutations) జరుగుతాయని డీ వ్రీస్ ఏనాడో నిరూపించాడు.

అయితే డీ వ్రీస్ కేవలం మొక్కలతో మాత్రమే పనిచేశాడు. జంతువులలో కూడా ఉత్పరివర్తనలు జరుగుతాయో లేదో ఎవరికీ తెలియదు. పెంపుడు జంతువులలో ఉత్పరివర్తనలు వచ్చినట్లు ఎన్నో వృత్తాంతాలు చలామణిలో ఉన్నాయి. అయితే రైతులు, గొల్లలు చెప్పే కథనాలు శాస్త్రవేత్తల దృష్టిలో శాస్త్ర వాక్యం కాదు. ఆ ఉత్పరివర్తనలు అంటూ ఉంటే వాటిని కృత్రిమంగా ప్రయోగశాలలో సాధించగలగాలి. అప్పుడే శాస్త్రవేత్తలకి వాటి మీద నమ్మకం కలుగుతుంది.

ఈగలతో చేసే ప్రయోగాలలో అప్పుడప్పుడు ఉత్పరివర్తనలు జరగడం గమనించాడు మార్గన్. ఉదాహరణకి శుద్ధ అనువంశికతని ప్రదర్శించే ఎర్ర కంటి ఈగలతో ప్రారంభిస్తాడు. అంటే వాటి సంతతి మొత్తం ఎర్ర కళ్ళవే అవుతాయి. ఇంకా వాటి సంతతి కూడా ఎర్ర కళ్ళవే అవుతాయి. తెల్ల కళ్ళ జాడ కూడా ఎక్కడా కనిపించదు.

ఇదిలా కొనసాగుతుండగా హఠాత్తుగా ఒక తెల్ల కంటి ఈగ ప్రత్యక్షం

అవుతుంది. ఎక్కడినుంచి వచ్చిందిది?

మార్గన్ వద్ద హర్మన్ జోసెఫ్ ముల్లర్ (1890- 1967) అని మరో శిష్యుడు కూడా ఉండేవాడు. ఈ ఉత్పరివర్తనల మీదకి ఇతడికి ఎందుకో మనసు పోయింది. అతడి ఆలోచన ఇలా సాగింది. జన్యువులలో అత్యంత సంక్లిష్టమైన అణువిన్యాసం ఉంటుంది. కణవిభజన జరుగుతున్నప్పుడు ప్రతి క్రోమోజోము మీద ఉన్న ప్రతి జన్యువుకి కచ్చితమైన ప్రతి తయారు కావాలి. ఆ ప్రతిలో ప్రతి పరమాణువు మూలంలో ఉన్నట్లే నిర్దిష్ట స్థానాలలో ఉండాలి.

చాలా సార్లు అలాగే కచ్చితంగా జరుగుతుంది. కాని అప్పుడప్పుడు మాత్రం ఆ అనురచనలో పొరబాట్లు దొర్లవచ్చు. కొన్ని పరమాణువులు స్థానభ్రంశం చెందవచ్చు. అందువల్ల ఆ జన్యువు ఎప్పట్లా పని చెయ్యక పోవచ్చు. మూల జన్యువుకీ ఈ కొత్త జన్యువుకీ మధ్య వ్యత్యాసం ఉంటుంది. దానికి సంబంధించిన భౌతిక లక్షణం (కంటి రంగు, రెక్క రూపం మొదలైనవి) కూడా మారిపోవచ్చు.

పరమాణువుల స్థిరత్వాన్ని భంగపరిచేది, వాటిని స్థానభ్రంశం చేసేది ఏదైనా సరే ఉత్పరివర్తనలు జరిగే అవకాశాన్ని పెంచుతుంది.

ఉదాహరణకి పరమాణువులు నిరంతరం కంపిస్తూ ఉంటాయి. వాటిలో ఉన్న శక్తికి ఇది పర్యవసానం. ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతున్నకొద్దీ పరమాణువులలో శక్తి పెరుగుతుంది. పరమాణువులన్నీ చాలా వేగంగా కంపిస్తుంటే సంక్లిష్టమైన పరమాణు విన్యాసం ఉన్న జన్యువుకి కచ్చితమైన ప్రతిని తయారుచెయ్యటం కష్టం అవుతుంది.

ఈ తర్కం సరైనదే అయితే ఈగలని కాస్త హెచ్చు ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉంచినప్పుడు ఉత్పరివర్తనలు పెరగాలి.

1919లో ముల్లర్ సరిగ్గా ఆ విషయాన్నే పరీక్షించి చూశాడు. ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంటే ఉత్పరివర్తనల సంఖ్య నిజంగానే పెరిగింది.

సంఖ్య పెరిగింది అన్నమాటే గాని గణనీయంగా ఏమీ పెరగలేదు. ఉష్ణోగ్రత మరీ ఎక్కువ చేస్తే మొదటికే మోసం వస్తుంది. ఈగలు చచ్చిపోతాయి. ఉష్ణోగ్రత కాకుండా పరమాణువులలో సంచలనాన్ని కలిగించి, జన్యువుకి అనురచన (duplication)లో దోషాలు దొర్లేలా చేసే శక్తి ఏమిటి?

అప్పటికి పావు శతాబ్ద కాలం క్రితమే X-కిరణాలను కనుగొన్నారు. ఇవి అత్యధిక శక్తి గల కిరణాలు. ఉష్ణోగ్రతని పెంచినప్పుడు దాని వల్ల అన్ని పరమాణువులు ప్రభావితం అవుతాయి. అట్లా కాకుండా X-కిరణాలని ప్రసరిస్తే ఆ ధాటికి ఆ కిరణాలు పడ్డ పరమాణు సముదాయాలన్నీ చిన్నాభిన్నం అయిపోతాయి. X-కిరణాలని జన్యువు మీదకి ప్రసరిస్తే ఆ జన్యువు విచ్ఛిన్నమైపోతుంది కాని తక్కిన ఈగ శరీరం మాత్రం సురక్షితంగా ఉంటుంది. అంటే ఈగ శరీరం మొత్తం మీద ప్రభావం చూపకుండా క్రోమోజోముల మీద మాత్రమే ప్రభావం చూపటానికి వీలవుతుంది అన్నమాట.

1926లో ముల్లర్‌కి లాటరీ తగిలినట్టే అయ్యింది. X-కిరణాలు అనుకున్నట్లే పనిచేశాయి. ఉత్పరివర్తనల సంఖ్య పెరిగింది.

ఇది చాలా ముఖ్యమైన ఆవిష్కరణ. దీని వల్ల నానా రకాల ఉత్పరివర్తనలు జీవశాస్త్రవేత్తల అందుబాటులోకి వచ్చాయి. అనువంశికతలోని విభేదాలని విశ్లేషించటానికి, క్రోమోజోముల పటం తయారు చెయ్యటానికి, ఇంకా ఎన్నో ప్రయోజనాలకి ఈ ప్రయోగాత్మక ఉత్పరివర్తనలు ఎంతో ఉపయోగపడ్డాయి (ఈ కృషికి 1946లో ముల్లర్‌కి నోబెల్ బహుమతి లభించింది).

X-కిరణాల వల్ల ఆరోగ్యానికి ఎంత హాని కలుగుతుందో కూడా ఈ ప్రయోగాల వల్ల అర్థమయ్యింది. దీని వల్ల క్రోమోజోముల క్రియలలో భంగం వాటిల్లుతుంది. అప్పటినుంచి అనవసరంగా X-కిరణాలని వాడొద్దని హెచ్చరిస్తూ మనుషులలో చైతన్యం తీసుకురావటానికి కృషి చేశాడు ముల్లర్.

సహజ పరిస్థితులలో ఉత్పరివర్తనలు ఎలా జరుగుతాయో కూడా ఈ

ప్రయోగాల వల్ల అర్థమయ్యింది.

జీవరాశులని నిరంతరం నానా రకాల శక్తి తరంగాలు ఢీకొంటూ ఉంటాయి. కాస్మిక్ కిరణాల వంటి అత్యంత శక్తివంతమైన కిరణాలు నిరంతరం భూమిని ఢీకొంటూ ఉంటాయి. అలాగే మన చుట్టూ స్వల్ప మోతాదుల్లో ఉండే రేడియోధార్మిక పరమాణువుల నుండి కూడా అధిక శక్తి గల రేణువులు, కిరణాలు వెలువడుతూ ఉంటాయి. ఇవి కాక సూర్యరశ్మి ఉంది. మన చుట్టూ కనిపించే రసాయనాలు ఉన్నాయి. ఈ కారణాలన్నీ కూడా జన్యువుల అనురచన (duplication) ప్రక్రియకి అడ్డుపడతాయి. జన్యువులలో మార్పులు తెచ్చి వైవిధ్యాన్ని కలుగచేస్తాయి.

అంటే మనుషులలో (ఇతర జీవరాశులలో కూడా) జన్యువులకి ఎన్నో రూపాంతరాలు ఉంటాయన్నమాట. ప్రతి జన్యువుకీ అనేక రూపాంతరాలు ఉండటం వల్ల సమస్య మరింత జటిలం అవుతుంది. ఒక్కొక్క జన్యువుకి ఒకే రూపాంతరం ఉంటే వ్యవహారం చాలా తేలికగా తేలిపోయేది. ఉదాహరణకి ముక్కుల రూపురేఖలలో ఎంత వైవిధ్యం ఉండగలదో ఊహించుకోండి. అలాగే చేతుల్లో, చెవులలో, ఎత్తులో, మేని రంగులో, దంతాలలో, గొంతుకలో ఎంతెంత వైవిధ్యం ఉండగలదో ఆలోచించండి. అంతటి వైవిధ్యం ఉండబట్టే మనం రోజూ చూసే వ్యక్తులని వారి రూపురేఖల బట్టి, స్వరం బట్టి, నడక తీరు బట్టి, ఇంకా అనేక లక్షణాల ఆధారంగా గుర్తుపట్టగలుగుతున్నాం.

కాబట్టి ఉత్పరివర్తనలు అనేవే లేకపోతే, ఒక లక్షణానికి సంబంధించిన జన్యువులు అన్నీ ఒక్కలాగే ఉంటే ఒక జీవ జాతికి చెందిన జీవులంతా ఒక్కలాగే ఉండేవారు.

ప్రతి ప్రాణిలోను కొన్ని వందల, వేల జన్యువులు ఉంటాయి. ప్రాణి నుండి ప్రాణికి ఈ జన్యువులు మారుతూ ఉంటాయి. ఒకే రకం జంతువులనే తీసుకున్నా వాటిలో కూడా ఎంతో వైవిధ్యం ఉంటుంది. కొన్ని వేగంగా

పరుగెత్త గల్గుతాయి, కొన్ని తెలివిగా ఉంటాయి, కొన్ని ఒడుపుగా దాక్కుంటాయి. ఇక కొన్ని జీవాలు కొన్ని ప్రత్యేక ఆహారాల మీద నిక్షేపంగా బతకగలవు. ఈ విలక్షణతకి మూలం జన్యువుల మిశ్రమంలో వైవిధ్యమే.

అంటే కొన్ని ప్రత్యేక జంతువులు అదే జాతికి చెందిన ఇతర జంతువుల కన్నా మరింత సమర్థవంతంగా బతకగలవన్నమాట. కొన్ని జన్యువులు, లేదా జన్యు మిశ్రమాలు, దీర్ఘకాలికమైన సామర్థ్యాన్ని ఇస్తాయి. కొన్ని మిశ్రమాలు నిష్ప్రయోజకమైనవి. అవి ఉన్న జంతువులు ఎక్కువ కాలం మనలేవు.

ప్రాణికి మేలైన సామర్థ్యాన్ని ఇచ్చే జన్యు మిశ్రమాలు ఆ జంతువుకి దీర్ఘాయువుని ఇస్తాయి. వాటి సంతతి ఆ జన్యువులనే పుణికి పుచ్చుకుంటుంది. ఆ విధంగా నాణ్యమైన జన్యు మిశ్రమాల సంఖ్య పెరుగుతుంది. ఆ మిశ్రమాలు ఉన్న జంతువులు చక్కగా వర్ధిల్లుతాయి.

ఈ విధంగా పనికొచ్చే జన్యువుల సంఖ్య పెరగడం, పనికిమాలిన జన్యువుల సంఖ్య తరగడాన్నే ప్రాకృతిక ఎంపిక (natural selection) అంటారు. కూడు, తోడు, నీడల కోసం జీవరాశుల మధ్య ఉండే సహజమైన పోటీ ఆధారంగా ప్రకృతి శక్తులు నాణ్యమైన జన్యు మిశ్రమాలని ఎంపిక చేసి, వాటి సంఖ్య వర్ధిల్లేట్లు చేస్తాయి.

ఉత్పరివర్తనలలో చాలా మటుకు హీనమైన జన్యు మిశ్రమాలకే దారితీస్తాయి. అయినా ఫరవాలేదు. సత్ప్రయోజనాలు గల ఉత్పరివర్తనలు అరుదుగా జరిగినా అవంటే ప్రకృతికి పక్షపాతం. ప్రకృతి వాటినే పెంచి పోషిస్తుంది.

ప్రతి మొక్క, జంతువు ఈ సహజ ఎంపికని, ఉత్పరివర్తనలని తప్పనిసరిగా అనుభవిస్తుంది. ఆ ఎంపికలో గెలిచిన ప్రాణులు వాటి పరిసరాలకి అనుగుణంగా క్రమంగా పరిణామం చెందుతాయి. కోట్ల సంవత్సరాలుగా చిన్న చిన్న మార్పులు పోగై, ఒకే జంతువు కాస్త భిన్నమైన

(మరింత సమర్థమైన) జంతువుగా, లేదా రెండు మూడు రకాల జంతువులుగానో పరిణామం చెందడం కనిపిస్తూ ఉంటుంది.

ఇది చాలా నెమ్మదిగా జరిగే పరిణామం. ఇలాంటి పరిణామం వల్లనే



పొట్టి ముక్కు ఫించ్ వంటి పిట్టల నుంచి పరిణామం చెందిన తేనె తాగే పిట్టలు

సర్పిలాలు నెమ్మదిగా, దశల వారీగా, పక్షులుగా, స్తన్యజీవులుగా పరిణామం చెందాయి. నేడు మనకి చెట్ల మీద కనిపించే, పురుగులు తినే ష్రూ వంటి సామాన్య స్తన్యజీవుల నుంచి లేమర్‌లు, కోతులు, వానరాలు మొదలైన జంతువులు ఉద్భవించాయి.

కొన్ని కోట్ల సంవత్సరాల క్రితం ఒక ఆదిమమైన వానరజాతి, ప్రాకృతిక ఎంపిక, ఉత్పరివర్తనలు అనే ద్వంద్వ ప్రభావం వల్ల, శాఖోపశాఖలుగా విస్తరించింది. కాలక్రమేణా ఆ శాఖలో ఒక దాని నుండి ఆధునిక మానవుడు ఆవిర్భవించాడు.

టీచరు ఉద్యోగానికి ప్రవేశ పరీక్ష పాసు కాకపోవటం వల్ల ఒక సాధువు బఠాణీ మొక్కలు పెంచి వాటిని అధ్యయనం చెయ్యాలన్న నిర్ణయం తీసుకోవటం వల్ల, జీవ పరిణామం గురించి మనకి ఈనాడు ఇన్ని విషయాలు తెలిశాయి.